Der Anfangsgründe aller Mathematischen Wissenschaften

Vierter Theil,

welcher die

Optik, Katoptrik, Dioptrik, und die Perspectiv in sich

enthält,

und zu mehrerem Aufnehmen der Mathematik so wohl auf hohen als niederen Schulen aufgesetzt worden

von

Christian Freyherrn von Wolf,

Seiner Königl. Majestät in Preussen geheimen Rathe und Kanzler der Universität Halle, wie auch Professore Juris Naturæ & Gentium ac Matheseos daselbst, Professore honorario zu St. Petersburg, der königl. Academie der Wissenschaften zu Paris, wie auch der königl. großbritannischen und der königl. preußl. Societät der Wissenschaften Mitgliede.

Neue, verbesserte und vermehrte Auflage.

WIEN,
gedruckt bey Johann Thomas Trattnern,
kaiserl. königl. Hof- und N. Oe. Landschafts-Buchdruckern und Buchhändlern.

1763.

Anfangsgründe

der

Optik, Katoptrik, Dioptrik,

und

Perspectiv.

Vorrede.

Geehrter Leser!

Das Sehen richtet sich nach gewissen Gesetzen, vermöge welcher die Sachen bald wie sie sind, bald aber ganz anderst erscheinen. Die Natur läßt ihre Gesetze niemals übertreten: ist aber dabey ausser Schuld, wenn ihr euch durch das Auge in Irrthum verleiten lasset. Denn sie hat euch mit Vernunft begabt, das ist, ein Vermögen gegeben, ihre Gesetze zu erkennen. Nach diesen sollet ihr urtheilen, wenn ihr eure Vernunft brauchen wollt; nicht nach dem Einfalle der körperlichen Dinge in die Sinne, wodurch die Thiere ihre Bewegungen regieren. Zu dem Ende haben die Mathematiker, als die Ausleger der un-

veränderlichen Gesetze der Natur, auch die Gesetze des Sehens untersuchet. Weil sie aber verschieden sind, nachdem die Strahlen des Lichts entweder gerades Weges von den sichtbaren Dingen in die Augen fallen, oder von Spiegeln zurücke geworfen, oder auch unterweges ein oder mehrmal gebrochen, das ist, von ihrem vorigen Wege abgedruckt werden; so hat man drey besondere Disciplinen für dieselben aufgerichtet, und sie Optik, Katoptrik und Dioptrik genennet: aus welchen ich die Hauptlehren auf eine solche Art vortrage, daß sie die Anfänger am füglichsten begreifen können. Diejenigen, welche Lust zu optischer Handarbeit haben, werden zugleich einige Anleitung zu bequemer Verfertigung der optischen Instrumente finden: welche auch denen dienen kann, welche sie durch andere verfertigen lassen wollen, damit sie dieselben recht anzugeben wissen.

An-

Anfangsgründe der Optik.

Die 1. Erklärung.

1.

Die Optik ist eine Wissenschaft aller sichtbaren Dinge, in so weit sie durch Strahlen, welche von ihnen gerades Weges in das Auge fallen, sichtbar sind.

Anmerkung.

2. Unterweilen verstehet man durch die Optik eine Wissenschaft aller sichtbaren Dinge, in so weit sie sichtbar sind, und begreift die Katoptrik und Dioptrik mit darunter.

Die 2. Erklärung.

3. Dasjenige, welches alle Dinge um uns sichtbar macht, nennen wir das Licht; den Mangel des Lichts aber Schatten; und die Abwesenheit alles Lichts Finsterniß.

Der 1. Grundsatz.

4. Ohne Licht kann nichts gesehen werden (§. 3.).

Der 2. Grundsatz.

5. Je mehr der Zufluß des Lichts an einem Orte gehindert wird, je stärker ist der Schatten.

Die 1. Erfahrung.

6. Lasset durch ein kleines Löchlein, in der Größe einer Linse, das Licht der Sonne in ei-

nen verfinsterten Ort hinein fallen, so werdet ihr wahrnehmen, daß ein heller Strahl in einer geraden Linie fortgehet.

Der 1. Zusatz.

7. Derowegen kann man die Strahlen des Lichts durch gerade Linien vorstellen.

Der 2. Zusatz.

8. Da nun das Licht nach geraden Linien fortgehet, so können wir nichts sehen, was nicht mit dem Auge in einer geraden Linie lieget, es sey denn, daß der Strahl unterweges aus seinem Wege gebracht wird (§. 10. 15.).

Der 3. Zusatz.

Fig 1. 9. Wenn also viele Strahlen Ab, Ac, Ad, Ae, Af aus einem Puncte A fließen; so gehen sie immer weiter von einander, je weiter sie kommen, und daher wird das Licht immer schwächer.

Die 2. Erfahrung.

Fig. 2. 10. Wenn ihr den Strahl, welcher in den verfinsterten Ort hinein fällt GC, mit einem Spiegel BD dergestalt auffanget, daß er mit ihm einen rechten Winkel GCD macht; so prallet er in sich selbst zurücke, hingegen wenn ihr den Spiegel BD so haltet, daß der einfallende Strahl FC mit ihm einen schiefen Winkel FCD macht, so prallet er auf der andern Seite zurücke, und macht der zurückprallende Strahl EC eben so einen großen Winkel ECB mit dem Spiegel, als der einfallende.

Anmerkung.

11. Es ist anmuthig zu sehen, wenn ihr durch die blosse Wendung des Spiegels den zurück prallenden Strahl EC nicht allein um den Einfallspunct C in dem Kreise herum beweget, sondern ihn auch bald zu dem einfallenden Strahle FC nahe bringet, bald ihn weiter davon wegziehet. Absonderlich wird euch gefallen, daß die Strahlen sich so darstellen, wie sie durch Linien gemahlet und in optischen Beweisen angenommen werden.

Die 3. Erklärung.

12. Dieses Zurückprallen der Strahlen wird Reflexion genennet, welche demnach nichts anders ist, als eine Wendung des Lichts gegen die Seite, wo es hergekommen war. Der Winkel FCD, welchen der einfallende Strahl FC mit dem Spiegel BCD macht, heißet der Einfallswinkel. Der Winkel ECB aber, welchen der zurück geworfene Strahl EC mit dem Spiegel macht, der Reflexionswinkel. Fig. 2.

Zusatz.

13. Daher ist in einem Spiegel der Reflexionswinkel ECB dem Einfallswinkel FCD gleich (§. 10.).

Anmerkung.

14. Vielleicht meinet ihr, daß ich von einem ebenen Spiegel unrecht auf andere schliesse, welche entweder erhaben, oder ausgehöhlet sind. Allein, bedenket, daß der Strahl einen sehr kleinen Raum auf der Spiegelfläche einnimmt, dergleichen sowohl auf erhabenen, als hohen Flächen für eben zu halten ist. Wollt ihr daran zweifeln, so haltet dergleichen Spiegel gegen den einfallenden Strahl: die Erfahrung wird euch von der Gewißheit bald überführen.

Die 3. Erfahrung.

Fig. 3. 15. Füllet ein conisches Glas HKI mit Wasser, und lasset den Strahl LM in dem verfinsterten Orte schief darauf fallen; so wird er nicht in einer geraden Linie in N hinfahren; sondern, wenn er aus dem Glase wieder in die Luft kommt, nach der Linie MO fortgehen, nicht anderst, als wenn er aus P gekommen wäre.

Zusatz.

16. Wenn also der Strahl des Lichts aus einer dichtern Materie in eine dünnere, oder aus einer dünnern in eine dichtere fährt; so wird er gebrochen.

Die 4. Erklärung.

17. Diese Abweichung der Strahlen von der vorigen Linie, in welcher sie waren, wird die Refraction, oder Strahlenbrechung genennet.

Die 5. Erklärung.

Fig. 4. 18. Der Winkel VSX, welchen der einfallende Strahl TV mit dem gebrochenen SX macht, heißt der Refractionswinkel (Angulus refractionis). Der Winkel ZSX, welchen der gebrochene Strahl SX mit der Linie SZ macht, welche in dem Einfallspuncte S auf der Fläche des Körpers QR, worauf der Strahl fällt, perpendicular stehet, wird der gebrochene oder refringirte Winkel (Angulus refractus) genennet. Endlich der Winkel TSY, welchen der einfallende Strahl TS, mit gedachter Perpendicularlinie SY macht, bekommt den Namen des Neigungswinkels oder Inclinationswinkels.

Zusatz.

19. Weil ZSV=TSY (§. 61. *Geom.*); so bleibt der gebrochene Winkel ZSX übrig, wenn man den Refractionswinkel VSX von dem Einfallswinkel ZSV abziehet (§. 18.).

Die 4. Erfahrung.

20. Ein einiger Punct einer Sache A kann an allen Orten b. c. d. e. f. gesehen werden, wohin man aus ihm eine gerade Linie ziehen kann. Fig. 1.

Zusatz.

21. Also wirft jeder Punct einer jeden Sache unzählich viel Strahlen um sich aus (§. 4.).

Die 6. Erklärung.

22. Das Auge bestehet aus verschiedenen Häuten und Feuchtigkeiten. Die erste Haut ist wie ein durchsichtiges Horn, und wird daher die Hornhaut (Cornea) genennet. Mit ihr ist an dem hintern und größten Theile des Auges eine andere zähe Haut verknüpfet, welche wir die harte Haut nennen wollen. Sie heisset im Lateinischen Sclerotica. Unter der Hornhaut ist eine färbige Haut, (Uvea), deren Farben von den Unwissenden der Hornhaut beygelegt werden. Diese hat mitten ein circulrundes Loch, welches wir den Stern nennen wollen. Im Lateinischen heisset es Pupilla. Mit der farbigen Haut ist eine schwarze verknüpft, welche an der harten anliegt. Endlich über die schwarze ist hinten an dem Auge ein zartes netzförmiges Häutlein (Retina), welches wie ein Rotz zusammen fällt, wenn man es absondert, hingegen, sich wie ein

leinenes Tuch ausspannet, wenn es innerhalb dem Wasser bewegt wird. Es ist aus subtilen Nerven gewebt. Den hintern und größten Theil des Auges füllet die gläserne Feuchtigkeit (humor vitreus) aus, welche einer aus Kraftmehle zubereiteten Stärke gleichet. Mitten in dem Auge liegt die crystallene Feuchtigkeit (humor crystallinus), welche einem geschliffenen Glase ähnlich ist, und beyderseits eine Rundung hat. Endlich, den Raum zwischen der crystallenen Feuchtigkeit und der Hornhaut erfüllet eine wässerige Feuchtigkeit, (humor aqueus), welche bald heraus fließt, wenn die Hornhaut verletzt wird.

Anmerkung.

23. Ihr müsset euch den Bau des Auges wohl bekannt machen, wenn ihr recht verstehen wollt, was es mit dem Sehen für eine Beschaffenheit habe. Laßet ihr des Winters ein Ochsenauge gefrieren, und schneidet es mitten durch; so könnet ihr am füglichsten sehen, wie die Häute und Feuchtigkeiten hinter einander liegen.

Die 5. Erfahrung.

24. Haltet die crystallene Feuchtigkeit vor ein angezündetes Licht, oder gegen ein Fenster, und darhinter ein Papier. Rücket mit dem Papiere nach und nach gegen jene zu, so werdet ihr das Licht mit der Bewegung der Flamme, imgleichen das Fenster mit seinen Glasscheiben, sehr subtil darauf abgebildet sehen, jedoch umgekehrt, so, daß die Spitze der Flamme gegen den Erdboden stehet. Ziehet die crystallene Feuchtigkeit von dem Lichte etwas weiter weg, so wird das Bildlein auf dem Papiere verschwinden, aber wieder kommen, wiewohl etwas kleiner, wenn ihr mit dem Papiere näher hinzurücket.

Der 1. Zusatz.

25. Die Körper, von welchen Strahlen in das Auge fallen, malen sich sehr nette und subtil, aber umgekehrt hinter der crystallenen Feuchtigkeit ab.

Der 2. Zusatz.

26. Dieses Bildlein ist näher hinter der crystallenen Feuchtigkeit, wenn die abgebildete Sache weit weg ist, als wenn sie nahe ist.

Der 3. Zusatz.

27. Eben dieses Bildlein ist viel kleiner, wenn die Sache weit weg ist, als wenn sie nahe ist.

Der 4. Zusatz.

28. Da nun die nahen Sachen groß, die weiten klein aussehen; so siehet eine Sache groß aus, wenn in dem Auge ein großes Bild abgemalet wird, hingegen klein, wenn sich ein kleines abmalet. Weil also die Größe, welche wir sehen, sich nach der Größe des Bildleins im Auge richtet; so müssen zween Körper gleich groß aussehen, wenn ihre Bilder im Auge gleich groß sind.

Der 5. Zusatz.

29. Wenn die Sache bewegt wird, so bewegt sich auch das Bildlein in dem Auge. Dannenhero sehen wir die Sache in der Bewegung, wenn das Bildlein in dem Auge nicht auf einer Stelle stehen bleibt.

Der 6. Zusatz.

30. Weil das Bildlein gar sehr viel kleiner ist, als die Sache, welche es abbildet, so kann entweder

weder wegen der Kleinigkeit, oder der allzugroßen Weite von dem Auge das Bildlein so klein werden, daß es einen untheilbaren Punct in dem Auge einnimmt, und also die Sache nicht mehr so abbildet. Derowegen, weil sich das Sehen nach dem hinter der crystallenen Feuchtigkeit formirten Bildlein richtet; so kann in diesem Falle die Sache nicht gesehen werden.

Der 7. Zusatz.

31. Weil nun keine Sache in der Nähe ist, wo nicht einige kleine Theile; hingegen, auch keine in der Weite, wo nicht einige große Theile unsichtbar seyn sollten; so kann man weder jene noch diese mit bloßen Augen ganz deutlich sehen, wiewohl jene deutlicher als diese. Denn wir sehen etwas deutlich, wenn wir alle Theile unterscheiden können, welche in der That von einander unterschieden sind.

Die 1. Anmerkung.

32. Wolltet ihr zweifeln, daß die crystallene Feuchtigkeit in dem Auge eben diese Wirkung behalte, welche sie ausserhalb dem Auge hat; so dürfet ihr nur nach des Cartesii Exempel von einem Ochsenauge die harte und schwarze Haut hinten wegschneiden, doch so, daß ihr das netzförmige Häutlein über der gläsernen Feuchtigkeit laßet, und ihr werdet an diesem Häutlein eben wie vorhin, auf dem Papiere das umgekehrte Bildlein des brennenden Lichts mit der wankenden Flamme ganz deutlich sehen. Ihr könnet auch wohl das netzförmige Häutlein wegnehmen, und an dessen statt etwas von dem Häutlein aus einer Eyerschaale über die gläserne Feuchtigkeit legen.

Der 8. Zusatz.

33. Weil sich das Bildlein auf dem netzförmigen Häutlein darstellet; so muß die crystallene

Feuch-

Feuchtigkeit ihm näher seyn, wenn ihr in der Ferne etwas deutlich sehet, als wenn ihr in der Nähe etwas erkennet (§. 26.).

Der 9. Zusatz.

34. Dannenhero muß in einem Auge, welches sowohl in die Ferne, als in die Nähe siehet, die crystallene Feuchtigkeit ihre Entfernung von dem netzförmigen Häutlein verändern können.

Die 2. Anmerkung.

35. Wir bekümmern uns jetzt nicht, wie diese Veränderung zugehet; sondern überlaßen sie den Naturkündigern zu untersuchen.

Der 10. Zusatz.

36. Wenn die crystallene Feuchtigkeit dem netzförmigen Häutlein zunahe ist; so können sich die nahen Sachen nicht deutlich auf ihm abbilden. Ist sie aber von ihr zu weit weg, so kann von den weiten kein deutliches Bild auf ihm formiret werden (§. 26.). Derowegen kann man in dem erstern Falle nicht wohl in die Nähe; in dem andern nicht wohl in die Ferne sehen.

Die 3. Anmerkung.

37. Alle Veränderungen, welche in dem Auge vorgehen, kann man auch in einem verfinsterten Zimmer wahrnehmen, wenn man durch ein geschliffenes, auf einer Seite kugelrundes, auf der andern aber ebenes, oder auch auf beyden Seiten kugelrundes Glas (welches mit der crystallenen Feuchtigkeit in dem Auge überein kommt) das Licht hinein fallen läßt. Denn es malen sich in einer gewissen Weite von dem Glase alle Sachen, welche von den Strahlen auf das Glas fallen können, umgekehrt ab, auf das allerdeutlichste mit ihren natürlichen Farben und Bewegungen. Und werdet ihr auch hier wahrnehmen, daß die Bilder der nahen Sachen größer sind, als der weiten, daß

das weisse leinene Tuch oder die Wand, worauf sich das Bild abmalen soll, näher bey dem Glase seyn muß, wenn die Sache weit weg ist, als wenn sie nahe ist: daß, wenn das Glas die Rundung einer großen Kugel hat, die Wand weiter sey, und das Bild größer wird, als wenn es die Rundung einer kleinen Kugel hat. Ihr habt nämlich die geschliffenen runden Gläser nicht anderst anzusehen, als wenn sie von einer gläsernen Kugel abgeschnitten wären. Nämlich die von einer Seite erhabenen sind Abschnitte von einer Kugel: die von beyden Seiten erhabenen sind doppelte entweder von einer, oder von verschiedenen Kugeln, welche mit ihren platten Seiten zusammen gelegt werden. Einen dergleichen verfinsterten Ort, von welchem wir hier reden, pflegt man eine *Cameram obscuram* zu nennen. Und ist zu merken, daß, wenn das Löchlein sehr klein ist, nicht viel größer als eine Linse oder Erbse, das geschliffene Glas wegbleiben kann. Denn, weil alsdenn die Strahlen des Lichts, welche von verschiedenen Puncten der Fläche eines Körpers hinein fallen, alle auf besondere Puncte der Wand treffen, und ohne Vermengung in das Auge zurücke geworfen werden: so müßen sie noch eben die Kraft behalten, welche sie vorher hatten, nämlich die strahlenden Puncte, von welchen sie ausgeflossen sind, vorzustellen.

Die 6. Erfahrung.

38. Leget den Spiegel an das Fenster, und tretet vor denselben. Nehmet wahr, wie groß der Stern in dem Auge ist. Haltet beyde Hände an die Schläfe, daß von den Seiten kein Licht mehr in die Augen fallen kann, so werdet ihr sehen, daß der Stern merklich größer wird. So bald ihr aber die Hände zurücke ziehet, so wird auch der Stern sich wieder zusammen ziehen.

Der 1. Zusatz.

39. Der Stern in dem Auge wird größer, wenn das Licht abnimmt; hingegen kleiner, wenn das Licht zunimmt.

Der 2. Zusatz.

40. Dannenhero ist er in der hellen Mittagssonne überaus klein; in der Abenddemmerung sehr groß.

Anmerkung.

41. Ihr könnet die Veränderung der Größe des Sternes in dem Auge auch gar deutlich sehen, wenn ihr bey der Abenddemmerung einen zu dem Fenster treten laßet, und unversehens mit einem angezündeten Lichte vor die Augen fahret.

Der 1. Lehrsatz.

42. **Wenn die Strahlen des Lichts parallel sind, und unterweges keinen Widerstand finden; so ist das Licht überall gleich stark.**

Beweis.

Wenn die Strahlen des Lichts parallel sind; so behalten sie beständig einerley Weite von einander (§. 25. *Geom.*). Derowegen, wenn ihnen unterweges nichts widerstehet, und daher alle ungehindert fortfahren; so bleibt das Licht an allen Orten gleich dichte, folglich ist es überall gleich stark. W. Z. E.

Der 2. Lehrsatz.

43. **Wenn die Strahlen des Lichts aus einander fahren; und unterweges ihnen kein Widerstand geschiehet; so verhält sich die Stärke des Lichts in B zu der Stärke des Lichts in C, wie das Quadrat der Weite AC des Orts C von dem lichten Körper A, zu dem Quadrate der Weite AB des nahen Orts B von der Quelle des Lichts.** Fig. 5.

Beweis.

Die Strahlen, welche in B durch eine halbe Kugelfläche ausgebreitet sind, derer halber Diameter AB ist, werden in B durch eine halbe Kugelfläche zerstreuet, derer halber Diameter AC ist (§. 14. 27. *Geom.*). Derowegen verhält sich die Stärke des Lichts in B zu der Stärke des Lichts in C, wie die Kugelfläche, derer halber Diameter AC ist, zu der Kugelfläche, deren halber Diameter AB ist, maßen das Licht um so viel schwächer wird, je durch einen größern Raum es zerstreuet wird. Die Kugelflächen aber verhalten sich, wie die Circul, welche mit ihnen einerley Diametros haben (§. 235. *Geom.* §. 70. 111. *Arithm.*). Derowegen verhält sich die Stärke des Lichts in B zu der Stärke des Lichts in C, wie der halbe Circul FCG zu dem halben Circul DBE, das ist, wie das Quadrat AC zu dem Quadrate AB (§. 165. *Geom.*). W. Z. E.

Zusatz.

44. Wenn also AC=2AB, so ist das Licht in C nur der vierte Theil des Lichts in B. Ist AC=3AB, so ist das Licht in C nur der neunte Theil des Lichts in B. Ist AC=4AB, so ist das Licht in C nur der sechszehnte Theil des Lichts in B, u. s. w. Nämlich wenn die Weiten sind wie 1. 2. 3. 4. 5. &c. so nimmt das Licht ab, wie 1. $\frac{1}{4}$. $\frac{1}{9}$. $\frac{1}{16}$. &c.

Der 3. Lehrsatz.

Fig. 10. 45. **Wenn die Strahlen des Lichts in D zusammen fahren, und ihnen unterweges kein Widerstand geschiehet; so verhält sich die Stärke des Lichts in G zu der Stärke in C, wie das**

Qua-

Quadrat der Weite CD von dem Puncte, wo sie zusammen fahren, zu dem Quadrate der Weite GD von eben diesem Puncte D.

Beweis.

Aus dem Beweise des vorhergehenden Lehrsatzes erhellet, daß das Licht in G sich verhält zu dem Lichte in C, wie der Circul AB zu dem Circul EF, das ist, wie das Quadrat des Diametri AB zu dem Quadrate des Diametri EF (§. 165. *Geom.*). Nun verhält sich AB zu EF, wie CD zu DG (§. 184. *Geom.*). Derowegen ist auch die Stärke des Lichts in G zu der Stärke in C, wie das Quadrat der Weite CD zu dem Quadrate der Weite GD. W. Z. E.

Der 4. Lehrsatz.

46. **Die Luft schwächet das Licht, welches durch sie fortfähret.**

Beweis.

Es ist aus der Erfahrung klar, daß die Luft die Strahlen des Lichts zurücke wirft, welche an ihre Stäublein stoßen (§. 6.). Da nun hierdurch die Zahl der Strahlen vermindert wird; so muß das Licht von der Luft, indem es durchfähret, geschwächet werden. W. Z. E.

Zusatz.

47. Daher muß auch das Licht, welches mit parallelen Strahlen durch die Luft fähret, nach und nach abnehmen.

Die 1. Aufgabe.

48. **Aus dem gegebenen halben Diameter einer leuchtenden Kugel AB, und einer finstern** Fig. 6.

Kugel CD, imgleichen der Weite beyder Kugeln von einander BD, zu finden, wie ein großer Theil von der finstern erleuchtet werde.

Auflösung und Beweis.

Der Strahl AE, welcher die Kugeln in A und C berühret, macht mit AB und CD rechte Winkel (§. 52. *Mech.*). Ziehet aus dem Mittelpuncte der kleinen Kugel DF auf AB perpendicular; so ist BFD ein rechter Winkel (§. 20. *Geom.*), und AF=CD (§. 106. 25. *Geom.*), folglich FB die Differenz zwischen dem kleinen halben Diameter CD, und dem großen AB. Da euch nun in dem rechtwinklichten Triangel BFD die beyden Seiten FB und BD gegeben sind; so könnet ihr die Winkel HDG und FBD (§. 47. *Trigon.*) das ist, die Bögen HG und AI (§. 17. *Geom.*) finden. Wenn ihr den Bogen HG zweymal nehmet, so wisset ihr, wie viel über die halbe Kugel Grade oder Minuten erleuchtet werden. Hingegen, wenn die kleine Kugel die große erleuchtete, so zeigete der Bogen AI zweymal genommen an, wie viel Grade derselben erleuchtet werden. W. Z. F. und Z. E.

Es sey AB der halbe Diameter der Sonne nach dem Ricciolo 33, der halbe Diameter der Erde CD 1, die Weite der Sonne von der Erde BD 7300: so ist FB 32.

Log. BD	3.8633229
Log. Sin. Tot.	10.0000000
Log. FB	1.5051500

Log. Sin. FDB 7.6418271, welchem in den Tabellen am nächsten kommt 15′.

Also ist der Winkel ABI 89°45′. Daher werden 30′ oder ½ Grad über 180° von der Sonne auf einmal auf dem Erdboden erleuchtet.

Anmer-

Anmerkung.

49. Nach dieser Aufgabe könnet ihr allemal finden, wie ein großer Theil eines Weltkörpers von einem andern Weltkörper erleuchtet werde.

Der 5. Lehrsatz.

50. Wenn das Licht auf einen dunkeln Körper fällt; so wirft er allezeit einen Schatten hinter sich dem Lichte gegen über.

Beweis.

Denn der dunkele Körper lässet keine Strahlen des Lichts durchfallen. Da sie nun in einer geraden Linie fortgehen (§. 6.); so hindert er, daß auf einen gewissen Raum hinter ihm Strahlen fallen können. Und daher ist hinter dem Körper, dem Lichte gegen über, ein Schatten (§. 3.). W. Z. E.

Der 1. Zusatz.

51. Wenn derowegen das Licht seine Stelle verändert, so rücket auch der Schatten aus seiner Stelle fort. Eben dieses muß geschehen, wenn der erleuchtete Körper sich bewegt. Und dannenhero scheinet es in beyden Fällen, als ob sich der Schatten bewegte.

Der 2. Zusatz.

52. Weil nichts ohne Licht gesehen werden kann (§. 4.), der Schatten aber ein Mangel des Lichts ist (§. 3.); so kann er nur gesehen werden, in so weit der Körper, welcher im Schatten liegt, einiges zurückefallendes Licht von den Seiten her empfänget, und in so weit man die Grenzen des Schattens und des Lichts sehen kann.

Die 2. Aufgabe.

Fig 7. 53. Aus der gegebenen Höhe eines Körpers TS und der Höhe der Sonne über dem Horizonte SVT, die Länge des Schattens TV zu finden.

Auflösung und Beweis.

Weil in dem rechtwinklichten Triangel STV der Winkel V gegeben ist, als welcher das Maaß der Sonnenhöhe ist; so wisset ihr auch den dritten S (§. 102. *Geom.*). Derowegen könnet ihr die Länge des Schattens TV (§. 44. *Trigon.*) finden. W. Z. T. und Z. E.

Es sey die Sonnenhöhe SVT 37° 45′
TS 187 Schuhe

Log. V	9.7869056
Log. TS	2.2718416
Log. Sin. S.	9.8980060
	12.1698476
Log. TV	2.3829420

welchem in den Tabellen am nächsten kommt 2415′′.

Der 1. Zusatz.

54. Wenn euch die Höhe TS, und die Länge des Schattens TV gegeben wird, so könnet ihr (§. 50. *Trigon.*) die Sonnenhöhe TVS finden.

Der 2. Zusatz.

55. Wenn ihr den Schatten TZ kürzer annehmet als TV, so ist der Winkel TZS den beyden Winkeln ZVS und ZSV zusammen gleich (§. 101. *Geom.*). Und demnach ist der Schatten eines Körpers kürzer, wenn die Sonne (oder ein anderes Licht) hoch, als wenn sie niedrig stehet.

Der 3. Zusatz.

56. Wenn der Schatten TV der Höhe des Körpers TS gleich ist; so sind die beyden Winkel S und V einander gleich (§. 107. *Geom.*): folglich ist die Höhe der Sonne, oder eines andern Lichts 45° (§. 102. *Geom.*).

Die 3. Aufgabe.

57. **Aus der gegebenen Länge des Schattens zweener Körper AB und DB, und der Höhe des einen DE, die Höhe des andern AC zu finden.** Fig. 8.

Auflösung.

Wenn der Körper DE dergestalt hinter dem Körper AC stehet, daß beyder Schatten in B aufhöret; so ist wegen der rechten Winkel, bey D und A die Linie DE mit AC parallel (§. 106. *Geom.*), folglich: wie der kurze Schatten DB zu der kleinen Höhe DE, so der lange Schatten AB zu der großen Höhe AC (§. 184. *Geom.*). Derowegen könnet ihr diese durch die Regel Detri finden.

Anmerkung.

58. Weil die Sonne von der Erde so weit weg ist, daß die ganze Breite der Erde in Ansehung ihrer Entfernung nur für eine Linie zu halten ist, wie in der Astronomie erwiesen werden soll; so bleibt der Winkel B von der Größe, wenn DE nicht auf besagte Weise hinter dem Körper AC, sondern an einem jeden andern Orte stehet.

Zusatz.

59. Derowegen, wenn ihr auf dem Felde einen Stock DE nach Belieben einstecket, seine Höhe, und die Länge seines Schattens DE messet, über dieses die Länge des Schattens eines Baumes,

oder Thurmes, oder einer andern Höhe AB erforschet; so könnet ihr nach gegenwärtiger Aufgabe dieselbe Höhe finden.

Es sey DB 7′ DE 5′ AB 45′.

$$
\begin{array}{r}
7 - 5 - 45 \\
5 \\
\hline
225
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{r|l}
11 & \\
225 & 32\frac{1}{7} \text{ AC.} \\
77 &
\end{array}
$$

Die 4. Aufgabe.

Fig. 6. 60. Aus dem gegebenen halben Diameter einer leuchtenden Kugel AB (z. E. der Sonne) und einer dunkeln Kugel CD (z. E. der Erde) und ihrer Weite von einander BD, die Länge des Schattens der kleinen finstern Kugel DF zu finden.

Auflösung.

Es sey AB 33, CD 1, BD 7300. Ziehet FD mit AE parallel; so ist FB 32, und (§. 184. *Geom.*) wie der Unterscheid der beyden halben Diameter FB (32.) zu der Weite beyder Körper von einander BD (7300.); so der kleine Diameter AF oder CD (1) zu DE ($228\frac{1}{8}$).

Der 6. Lehrsatz.

61. Wenn der dunkele Körper kleiner ist als das Licht, so wird der Schatten immer schmäler, je weiter er von dem Körper wegkommt; ist er grösser, so wird der Schatten immer breiter. Wenn aber beyde Körper von gleicher Grösse sind, so behält der Schatten überall eine Breite.

Beweis.

Beweis.

Es sey BE die Axe, welche mitten durch das Licht und den erleuchteten Körper gehet. Der äussere Strahl AE berühret so wohl das Licht, als den erleuchteten Körper. Wenn nun das Licht B grösser ist als dieser D; so ist der Strahl in diesem der Axe BE näher als in jenem. Derowegen kommt der Schatten hinter dem Körper der Axe immer näher, je weiter er von ihm weg ist. Welches das erstere war. Fig. 6.

Hingegen, wenn das Licht D kleiner ist, als der erleuchtete Körper B; so ist der äussere Strahl AE in diesem der Axe BE näher als in jenem, und dannenhero gehet der Schatten immer weiter von der Axe weg, je weiter er von dem Körper wegkommt. Welches das andere war.

Wenn die beyden Körper A und B von gleicher Grösse sind; so sind die beyden äussersten Strahlen DE und BG parallel. Derowegen bleibt der Schatten DBGE beständig von einer Breite (§. 25. *Geom.*). Welches das dritte war. Fig. 11.

Der 7. Lehrsatz.

62. **Wenn das Licht und der erleuchtete Körper Kugeln von gleicher Grösse sind, so ist der Schatten cylindrisch: wenn das Licht eine grössere Kugel ist, als der erleuchtete Körper, so hat der Schatten die Figur eines Kegels: endlich, wenn das Licht eine kleinere Kugel ist, als der erleuchtete Körper, so hat der Schatten die Figur eines Bechers.**

Beweis.

Die äußersten Strahlen berühren rings herum den erleuchteten Körper. Derowegen, wenn die-

ser eine Kugel ist; so ist die Grundfläche des Schattens ein Circul. Da nun in dem ersten Falle der Schatten einerley Breite behält, in dem andern aber immer schmäler, und in dem dritten immer breiter wird (§. 61.); so muß die Figur in dem ersten ein Cylinder (§. 29. *Geom.*), in dem andern ein Kegel (§. 35. *Geom.*), und in dem dritten ein Becher seyn. W. Z. E.

Anmerkung.

63. Ausführlicher wird dieses in meinen Elementis Opticae §. 133. sqq. erwiesen.

Zusatz.

64. Wenn man in allen dreyen Fällen den Schatten mit der Grundfläche parallel zerschneidet; so kommt überall ein Circul heraus, und zwar sind im ersten Falle alle Circul einander gleich; in dem andern aber werden sie immer kleiner, und in dem dritten immer grösser, je weiter man von dem Körper hinauskommt (§. 31. 36. *Geom.*).

Die 7. Erfahrung.

65. Fanget den hellen Strahl des Lichts, welcher durch ein kleines Löchlein in ein verfinstertes Gemach hinein fällt, mit einem dreyeckichten prismatischen Glase auf; so werdet ihr, wenn ihr das Glas recht haltet, die schönsten Regenbogenfarben sehen. Ihr möget die Strahlen auffangen hinter dem Glase, wo ihr wollet, so werden sie beständig die schönsten Farben vorstellen: ja sogar die Luftstäublein sehen schön gefärbt aus. Fanget sie mit einem Spiegel auf, so werdet ihr die Farben, wie sonst das Licht reflectiren. Lasset sie durch ein Brennglas fallen, so werden sie hinter dem Glase, wo sie noch weit

von einander sind, auch nach der Refraction Farben bleiben. Hingegen unweit dem Brennpuncte und in demselben werdet ihr keine Farben, sondern Licht sehen, wenn ihr ein Papier dahin haltet. Hinter dem Brennpuncte fahren die Strahlen wieder weit aus einander, und machen abermal Farben.

Der 1. Zusatz.

66. Also kann das Licht in Farben, und die Farben können wieder in Licht verwandelt werden: und zwar geschiehet jenes, wenn die Strahlen von einander gesondert; dieses aber, wenn sie mit einander vermenget werden. Denn es entstehen nicht allezeit Farben, wenn die Strahlen des Lichts durch einen großen Raum ausgebreitet werden, welche vorhin durch einen kleinen zerstreuet waren.

Die 1. Anmerkung.

67. Eben dergleichen Farben entstehen, wenn ihr den Strahl des Sonnenlichts LM in ein mit Wasser gefülltes conisches Glas HKI einfallen laßet. Und, wenn dieses in einem verfinsterten Gemache geschiehet, so formiret das Licht einen großen, zuweilen doppelten Regenbogen. Man muß aber das Glas mit Wasser, eben wie das geschliffene prismatische Glas, so lange erhöhen und erniedrigen, bis die Strahlen unter dem rechten Winkel einfallen. Fig. 3.

Die 2. Anmerkung.

68. Weil nicht jede Zerstreuung der Strahlen Farben machet, so muthmaßet man nicht ohne Grund, ob nicht die Strahlen des Lichts von verschiedener Natur seyn, daß einige rothe, andere grüne, noch andere gelbe, andere blaue, noch andere purpurfarbe machen, als welche Farben man durch die Refraction einig und allein bekommt, durch welche die Strahlen von einander gesondert werden (§. 17.), und das Licht aus der Vermischung dieser Strahlen zusammen entstehe. Und eben

dieses ist es, was der sinnreiche Engelländer *Isaacus Newton* in seiner Optik durch vielfältige Erfahrungen zu behaupten sich bemühet. Er hat nämlich gefunden, daß die Strahlen, welche verschiedene Farben machen, nicht gleichviel gebrochen werden, sondern einer mehr als der andere; daß die Strahlen des Sonnenlichts gleichfalls auf verschiedene Art gebrochen werden, nämlich wiederum einer mehr als der andere, und daß die Strahlen, welche auf verschiedene Art gebrochen werden, auch auf verschiedene Art reflectiret werden. Vid. prop. 1. 2. & 3. p. 13—44. Wollt ihr das erste erfahren, so nehmet einen breiten Streif Papier, dessen Seiten parallel sind, und theilet ihn durch eine Perpendicularlinie in zween gleiche Theile. Färbet das eine Stücke roth und das andere blau. Haltet das Papier gegen das Fenster, daß die ungefärbte Seite ihm entgegen stehet, und sehet durch ein dreyeckichtes prismatisches Glas darnach. Wenn ihr dasselbe wendet, bis ihr das Papier in der Höhe sehet, so wird durch die Refraction der blaue Theil höher zu seyn scheinen, als der rothe. Hingegen, wenn ihr es verkehret, bis ihr das Papier niedriger sehet als es ist, so wird der blaue Theil niedriger stehen als der rothe. Hieraus nun schliesset *Newton*, daß die blau machenden Strahlen mehr gebrochen werden als die rothen. Er hat ferner dergleichen Papier mit einem Silberfaden hin und wieder überwunden, es mit einem hellen Lichte des Abends erleuchtet, in der Weite von 6 Schuhen ein geschliffenes und rundes Glas dagegen gehalten, und gemerket, daß man das weisse Papier hinter dem Glase weiter hinaus rücken muß, wenn sich der rothe Theil deutlich darstellen soll, als wenn man den blauen verlanget. Das andere befestiget er durch folgende Erfahrung. Er hält das prismatische Glas dergestalt gegen das Loch in dem Fensterladen des verfinsterten Zimmers, daß der Sonnenstrahl, welcher dadurch hinein fällt, mit der Axe des Glases einen rechten Winkel macht. Denn wendet er das Glas auf- und niederwärts, wie das Bild von dem Loche bald auf, bald niedersteiget. Wenn es zwischen diesen beyden Bewegungen stille stehet, so hält er das Glas feste, weil alsdenn der Strahl im Eingange in das Glas eben so viel als im Ausgange gebrochen wird. Da nun das Loch rund aussehen sollte, wenn die Strahlen alle auf gleiche Art gebrochen würden; so siehet es oval aus, und ist

die Länge größer als die Breite. Der am meisten gebrochene Theil ist der purpurfarbe, der am wenigsten gebrochene aber der rothe. Es läßt sich aber die Sache an diesem Orte auf gehörige Weise nicht ausführen.

Der 2. Zusatz.

69. Daß demnach die Körper verschiedene Farben haben, kommt einig und allein daher, daß sie die Strahlen auf verschiedene Art zurücke werfen. Dieses aber geschiehet, weil die kleinen Theile an den Flächen der Körper nicht einerley Lage haben.

Die 3. Anmerkung.

70. Nach den Newtonischen Sätzen stehet ein Körper roth aus, wenn er lauter rothmachende Strahlen; grün, wenn er nur grünmachende zurücke wirft u. s. w. Gleichwie aber aus der Malerkunst erhellet, daß aus Vermischung weniger einfacher Farben unzählich viel andere entstehen; also können auch die Körper gar verschiedene Farben haben, nachdem durch die Reflexion Strahlen von verschiedener Farbe in verschiedener Proportion mit einander vermischet werden.

Die 4. Anmerkung.

71. Wenn ihr das bedenket, was bisher von den Farben ist gesagt worden; so wird es euch nicht wunderlich vorkommen, daß die aus dem nephritischen Holze (ligno nephritico) mit Wasser ausgezogene Tinctur blau aussiehet, wenn ihr das Auge zwischen dem Lichte und der Tinctur habt, hingegen braun, auch wenn sie stark ist, roth, wenn die Tinctur zwischen dem Lichte und dem Auge stehet, imgleichen, daß die blaue Farbe in helle, und beynahe purpurrothe verwandelt wird, wenn ihr die Tinctur gegen etwas haltet, z. E. gegen die Handblätter oder das Schnupftuch. Es werden euch auch nicht mehr die seltsamen Veränderungen, welche man mit gefärbtem Wasser oder andern Säften vornehmen kann, befremden, dergleichen *Boyle* in seinem Tractate von den Farben in großer Menge beschrieben hat. Ich habe auch in den Leipziger Actis 1709. p. 321, 322. dersel-

derselben einige beschrieben und nach der Zeit noch andere gefunden. Absonderlich habe ich daselbst einen etwas weitläuftigen Proceß angegeben, wie man der nephritischen Tinctur ihre wunderbaren Farben benehmen und wieder geben könne, weil die Farben dadurch schöner wieder kommen, als wenn man sie durch bloßes Oleum Tartari per deliquium wiederbringet. Unter diesen Experimenten ist sonderlich folgendes angenehm zu sehen, welches *Boyle* zuerst entdecket hat. Werfet etwas von Mercurio sublimato in Wasser, und lasset ihn in selbigem sich auflösen; so bleibt es ganz helle. Giesset etliche Tropfen von dem Oleo Tartari per deliquium hinein, so wird das Wasser undurchsichtig, und bekommt die schönste Pommeranzenfarbe. Tröpfelt etliche Tropfen von dem Oleo Vitrioli hinein, so verschwindet die Farbe, und wird das Wasser wieder ganz helle und durchsichtig, wie vorhin. Eben so angenehm läßt es, wenn ihr Wasser auf gestoßene Galläpfel giesset, und anderes auf Vitriol, hernach beydes filtriret, und unter einander mischet. Denn, so wird in einem Augenblicke schwarze Dinte. Tröpfelt aber etwas von Vitriolöle hinein; so wird die schwarze Farbe verschwinden, und wieder ein durchsichtiges Wasser aus der Dinte werden. Diese sonderbaren Begebenheiten, sage ich, können euch nicht seltsam vorkommen, wenn ihr das gemerket habt, was von den Farben ist gesagt worden. Denn die Farben erfordern nur, daß die Strahlen des Lichts auf eine besondere Art von einander getrennet, und mit einander vermischet werden: welches beydes gar wohl theils durch die Reflexion, theils durch die Refraction geschehen kann, wenn die Lage der kleinen Theile in den flüßigen Materien verändert wird.

Die 5. Anmerkung.

72. Da die Körper bloß um deswillen verschiedene Farben haben, weil die kleinen Theile an ihren Flächen nicht einerley Lage haben; so könnet ihr begreifen, wie es möglich sey, daß ein Blindgebohrner durch bloßes Fühlen die Farben von einander unterscheiden kann, dergleichen Exempel *Boyle* in dem angeführten Tractate beybringet, und mir auch eins aus eigener Erfahrung bekannt ist.

Die

Die 6. Anmerkung.

73. Es ist ferner klar, warum die Farben sich verändern, wenn das Licht verändert wird. Z. E. bey der Flamme des angezündeten Brandweins sehen die Sachen anderst aus, als bey dem Sonnenlichte: wiewohl man dieses nicht allezeit wahrnehmen kann, wenn man nicht Sachen von verschiedenem Lichte zugleich erleuchtet siehet, weil sonst alle Farben unter einerley Proportion verändert werden.

Der 8. Lehrsatz.

74. **Ein Körper siehet von weitem dunckeler aus, als in der Nähe.**

Beweis.

Von jedem Puncte eines jeden erleuchteten Körpers fliessen unzählig viel Strahlen aus (§.21.): sie fahren aber immer weiter von einander, je weiter man von dem Körper wegkommt (§. 9.). Derowegen können in der Nähe mehr Strahlen in die Augen fallen als in der Weite, und also siehet er in der Nähe heller, in der Weite dunkeler aus. W. Z. E.

Die 1. Anmerkung.

75. Weil die weiten Sachen kleiner (§. 28.), in grossen Theilen undeutlicher (§. 31.) und dabey dunkler aussehen, als die nahen; so kann man auf einer Fläche verschiedene Dinge malen, deren eines weiter weg zu seyn scheinet, als das andere. Und auf diesem Grunde, nebst dem Schatten, welchen die Körper werfen, beruhet die ganze Malerkunst, als welche die körperlichen Dinge auf einer Fläche dergestalt vorstellet, wie sie dem Auge in der Natur erscheinen.

Die 2. Anmerkung.

76. Wie viel es dunkler aussehe, könnet ihr durch den 2. Lehrsatz (§. 43.) ausrechnen.

Der

Der 9. Lehrsatz.

77. Was unter einem Winkel gesehen wird, siehet gleich groß aus: was unter einem größern gesehen wird, siehet größer aus, und was unter einem kleinern gesehen wird, kleiner.

Beweis.

Fig. 12. Wenn zwo oder mehrere Sachen AB und CD unter einem Winkel AGB gesehen werden; so ist das Bild in dem Auge EF von einerley Größe. Und eben so ist es klar, daß das Bild der Sache größer ist, welche unter einem größern Winkel gesehen wird, hingegen derjenigen kleiner, welche man unter einem kleinern siehet. Derowegen müssen in dem erstern Falle die Sachen gleich groß aussehen; in dem andern aber siehet die erstere grösser, und die andere kleiner aus (§. 28.). W. Z. E.

Der 10. Lehrsatz.

Fig. 8. 78. Wenn zween Körper von verschiedener Größe DE und AC gleich groß aussehen, so verhalten sie sich gegen einander, wie ihre Weiten von dem Auge DB und AB.

Beweis.

Wenn zween Körper gleich groß aussehen, so sind ihre Bilder in dem Auge von gleicher Größe (§. 28.), und also machen die beyden äussersten Strahlen AB und CB in dem Auge B einerley Winkel. Da nun bey D und A rechte Winkel sind, so ist DE mit AC parallel (§. 106. *Geom.*), und daher DE: AC = DB: AB (§. 184. *Geom.*). W. Z. E.

Anmer-

Anmerkung.

79. Ihr dürfet euch nicht irren laßen, daß ich in dem Beweise den einen Strahl AB perpendicular auf den Sachen, welche gesehen werden, angenommen habe. Denn, es mögen die zween äußersten Strahlen GB und BC mit ihnen für einen Winkel machen, welchen sie wollen; so bleibt doch allezeit CG : EF = AB : DB. Fig. 8.

Die 7. Erklärung.

80. Die scheinbare Größe ist der Winkel CBG, unter welchem eine Sache CG gesehen wird.

Die 5. Aufgabe.

81. Aus der gegebenen scheinbaren Größe SVT und der Weite des Auges von der Sache, welche man siehet TV, ihre Höhe TS zu finden. Fig. 7.

Auflösung.

Diese Aufgabe kommt völlig überein mit der ersten Aufgabe des Anhanges zu der Trigonometrie (§. 56. *Trigon.*).

Die 6. Aufgabe.

82. Aus der gegebenen Höhe einer Sache TS und der gegebenen Weite TV die scheinbare Größe SVT zu finden. Fig. 7.

Auflösung.

Die Auflösung geschiehet durch die 14. Aufgabe der Trigonometrie (§. 50. *Trigon.*).

Anmerkung.

83. Eben so könnet ihr finden (§. 44. *Trigon.*), wie weit eine Sache von einer gegebenen Höhe TS unter einem gegebenen Winkel TVS gesehen werden kann; denn ihr habt nur die Linie TV zu suchen.

Der 11. Lehrsatz.

84. **Wenn die Bilder zwoer Sachen in dem Auge zusammen stoßen, so scheinen sie uns nahe bey einander zu stehen.**

Beweis.

Wenn zwo Sachen neben einander stehen, so sind auch ihre Bilder in dem Auge neben einander: welches ihr auch leicht auf dergleichen Weise erfahren könnet, wie oben angewiesen worden ist (§. 24, 32, 37.) Alsdenn aber sehen wir auch die Sachen neben einander. Wenn nun das Auge auf eben eine solche Art afficiret wird, als von neben einander stehenden Sachen geschiehet; so müssen sie uns auch neben einander zu stehen scheinen. Derowegen, wenn die Bilder zwoer Sachen in dem Auge zusammen stossen, so scheinen uns dieselben nahe bey einander zu stehen. W. Z. E.

Anmerkung.

85. Die Bilder zwoer Sachen stehen in dem Auge neben einander, wenn von den andern, welche zwischen ihnen liegen, keine Strahlen in das Auge fallen können. Dannenhero kommt es uns vor, als wenn alle Sterne von der Erde gleich weit weg wären; als wenn einer, welchen wir von weiten sehen, an einem Walde gienge, da er doch einen ziemlichen Weg davon weg ist; als wenn zween Thürme an einer Kirche wären, da sie doch in verschiedenen Dörfern sind, u. s. w.

Der 12. Lehrsatz.

86. **Eine brennende Fackel, oder ein anderes brennendes Licht siehet in der Weite grösser aus, als in der Nähe.**

Beweis.

Wenn ihr einen Sonnenstrahl durch ein kleines Loch in einen verfinsterten Ort fallen lasset, so könnet ihr wahrnehmen, daß die Luftstäublein von dem Lichte einen Glanz bekommen. Derowegen ist nicht zu zweifeln, und man kann es auch mit Augen sehen, daß die Luft um das Licht einen starken Glanz bekommt. In der Nähe könnet ihr ihn von der Flamme unterscheiden. Weil aber die Flamme schwächer aussiehet, wenn ihr von dem Lichte weit weg kommet (§. 74.); so haltet ihr den Glanz der Luft mit für einen Theil der Flamme: dannenhero siehet euch die Flamme des Lichts von weiten größer aus, als in der Nähe. W. Z. E.

Zusatz.

87. Da nun die glänzende Luft um und um die Flamme des Lichts umgiebt, so siehet sie uns auch von weiten rund aus, unerachtet sie in der Nähe wie eine Pyramide zugespitzt ist.

Der 13. Lehrsatz.

88. **Wenn die scheinbare Größe des Raums, wodurch sich ein Körper in einer merklichen Zeit bewegt, unmerklich ist, so kann keine Bewegung gesehen werden, sondern er scheinet stille zu stehen.**

Beweis.

Wenn wir die Bewegung eines Körpers sehen sollen, so muß sein Bild in dem Auge nicht auf einer Stelle bleiben (§. 29.). Wenn aber die scheinbare Größe des Raums, wodurch sich der Körper in einer merklichen Zeit bewegt, unmerklich ist,

das ist, kaum einige Minuten, oder auch wohl gar Secunden hält; so muß das Bild in dem Auge auf einer Stelle bleiben (§. 30.). Derowegen können wir in diesem Falle keine Bewegung verspüren. W. Z. E.

Der 1. Zusatz.

89. Darum scheinen uns die Sachen, welche sich in der Nähe sehr langsam, oder auch in einer großen Weite sehr geschwind bewegen, stille zu stehen.

Anmerkung.

90. In dem erstern Falle dienen die Zeiger an den Uhren; in dem andern aber die Sterne in dem Himmel zum Exempel.

Der 2. Zusatz.

91. Wenn die Bewegung der Körper von weiten gleich gemerkt werden kann; so muß sie doch viel langsamer scheinen, als sie ist (§. 30.).

Der 3. Zusatz.

92. Dannenhero, wenn zween Körper sich gleich geschwind bewegen, der eine aber weiter weg ist, als der andere; so wird der weitere sich langsamer zu bewegen scheinen.

Der 4. Zusatz.

93. Und also gewinnet es das Ansehen, als wenn der weitere zurück bliebe: hingegen der nähere scheinet sich geschwinder zu bewegen; als wirklich geschiehet.

Anmerkung.

Fig. 9. 94. Es sey das Auge in O, der erstere Körper anfangs in V, der andere in T; so sehet ihr beyde in S

(§. 84.)

(§. 84.). Der Körper V bewegt sich aus V in u, und der andere T aus T in t; so scheinet sich V aus S in N, und T nur aus S in M beweget zu haben.

Der 14. Lehrsatz.

95. Wenn das Auge O mit einem Körper V sich nach einer Gegend bewegt, aber geschwinder als er; so kann er ihm zurück zu gehen scheinen. Fig. 9.

Beweis.

Es sey das Auge anfangs in O, und der Körper in V; so sehet ihr ihn in S. Das Auge beweget sich aus O in P, und der Körper aus V in u, also das Auge geschwinder, als er. Wenn ihr nun zurück sehet, so erscheinet euch der Körper in Q, und gewinnet demnach das Ansehen, als wenn er aus S in Q zurück gegangen wäre. W. Z. E.

Der 15. Lehrsatz.

96. Wenn das Auge in Ansehung unsers Leibes, und der Leib in Ansehung eines andern Körpers unbeweglich ist, beyde aber mit diesem schnell fort beweget werden; so scheinen sich die zu beyden Seiten unbeweglichen Körper uns entgegen zu bewegen.

Beweis.

Wenn ihr auf einem Schiffe fahret, so scheinen sich die Ufer und die Bäume an den Ufern euch entgegen zu bewegen. Eben so scheinen auch die Bäume euch entgegen zu kommen und vorbey zu gehen, wenn ihr schnell auf einem Postwagen fahret. Man soll die Ursach sagen, woher dieses komme?

Indem ihr auf dem Schiffe oder Wagen schnell fahret, so wird die Lage des Auges gegen die zu den Seiten liegende Körper geändert. Dannenhero kann das Bild davon nicht immer auf einer Stelle in dem Auge bleiben, und weil die Bewegung des Leibes geschwind geschiehet, so muß auch das Bild von einer Stelle geschwind auf die andere fortrücken, ja die alten Bilder müssen immer verschwinden, und neue in deren Stelle kommen. Derowegen scheinen sich die in dem Auge abgebildeten Sachen, das ist, die zu beyden Seiten unbeweglich stehenden Körper uns entgegen zu bewegen, und vorbey zu gehen (§. 29.). W. Z. E.

Anmerkung.

97. Es kann auch zuweilen scheinen, als wenn ein beweglicher Körper euch entgegen käme. Z. E. Ihr gehet auf dem Felde gegen einen Wald zu, und weit davon zu euch her stehet ein Baum. Weil ihr zwischen dem Baume und Walde nichts sehet, so kommt es euch vor, als wenn er mit zu dem Walde gehörte (§. 84.). Wenn ihr aber näher hinkommet, so fallen Strahlen von darzwischen gelegenen Sachen in das Auge, und bilden sie in ihm ab, und zwar immer mehrere, je näher ihr kommet. Derowegen wird das Bild des Baumes in dem Auge immer weiter von dem Walde weggerücket, und also scheinet es euch entgegen zu kommen (§. 29.).

Der 16. Lehrsatz.

98. Wir sehen einen jeden Punct in dem Orte, wo die Strahlen des Lichts, welche von ihm in das Auge gefallen sind, und durch die Refraction in der crystallenen Feuchtigkeit wieder mit einander vereiniget worden sind, zusammen stoßen würden, wenn sie von dem Puncte des Bildleins in dem Auge ausfließen sollten,

und

und nach geschehener Refraction ausserhalb den Augen vereiniget würden.

Beweis.

Weil die Strahlen des Lichts nach geschehener Refraction in der crystallenen Feuchtigkeit die Sachen abbilden, von welchen Strahlen auf sie gefallen sind (§. 25.), von jedem Puncte der Sache aber, welche gesehen wird, mehr als ein Strahl auf die crystallene Feuchtigkeit fällt (§. 21.); so ist leicht zu erachten, daß alle Strahlen, welche von einem Puncte auf die crystallene Feuchtigkeit gefallen waren, wieder durch die Refraction in einem Puncte zusammen gebracht werden, zumal, da bald hinter dem Orte des Bildes, und vor demselben die Strahlen nichts abbilden. Und dürfet ihr hieran um so viel weniger zweifeln, weil es in der Dioptrik geometrisch erwiesen wird. Wir finden aber aus der Erfahrung von den nahe gelegenen Körpern, daß wir jeden Punct an dem Orte sehen, wo er ist. Und man kann nicht allein erachten, sondern es wird auch in der Dioptrik geometrisch erwiesen, daß, wenn ihr von einem Puncte des Bildleins, welches in demselben vereiniget worden ist, zurück auf die crystallene Feuchtigkeit ziehet, und nicht anderst ansehet, als wenn sie davon ausflössen, sie nach geschehener Refraction wieder in dem Puncte der Sache würden vereiniget werden, wo sie wirklich ausgeflossen waren. Derowegen siehet man jeden Punct an dem Orte, wo die Strahlen des Lichts, welche von demselben in das Auge gefallen 2c. W. Z. E.

Der 1. Zusatz.

99. Daher sehet ihr alle Sachen mit blossen Augen aufgerichtet, wie sie würklich da stehen, unerachtet das Bildlein sich in dem Auge umgekehrt darstellet.

Der 2. Zusatz.

100. Weil wir alles aufgerichtet sehen, dessen Bildlein in dem Auge umgekehrt ist; so folget, daß wir alles umgekehrt sehen müssen, dessen Bildlein in dem Auge aufgerichtet ist.

Der 3. Zusatz.

101. So lange beyde Augen gegen die Sache so gerichtet sind, daß die von einem Puncte des Bildleins beyderseits zurück geführten Strahlen in einem Puncte außer den Augen zusammen kommen; so können wir auch die Sache nicht mehr als einmal sehen. So bald aber die Augen verrückt werden, daß solches nicht mehr geschehen kann; so sehen wir die Sache zweymal.

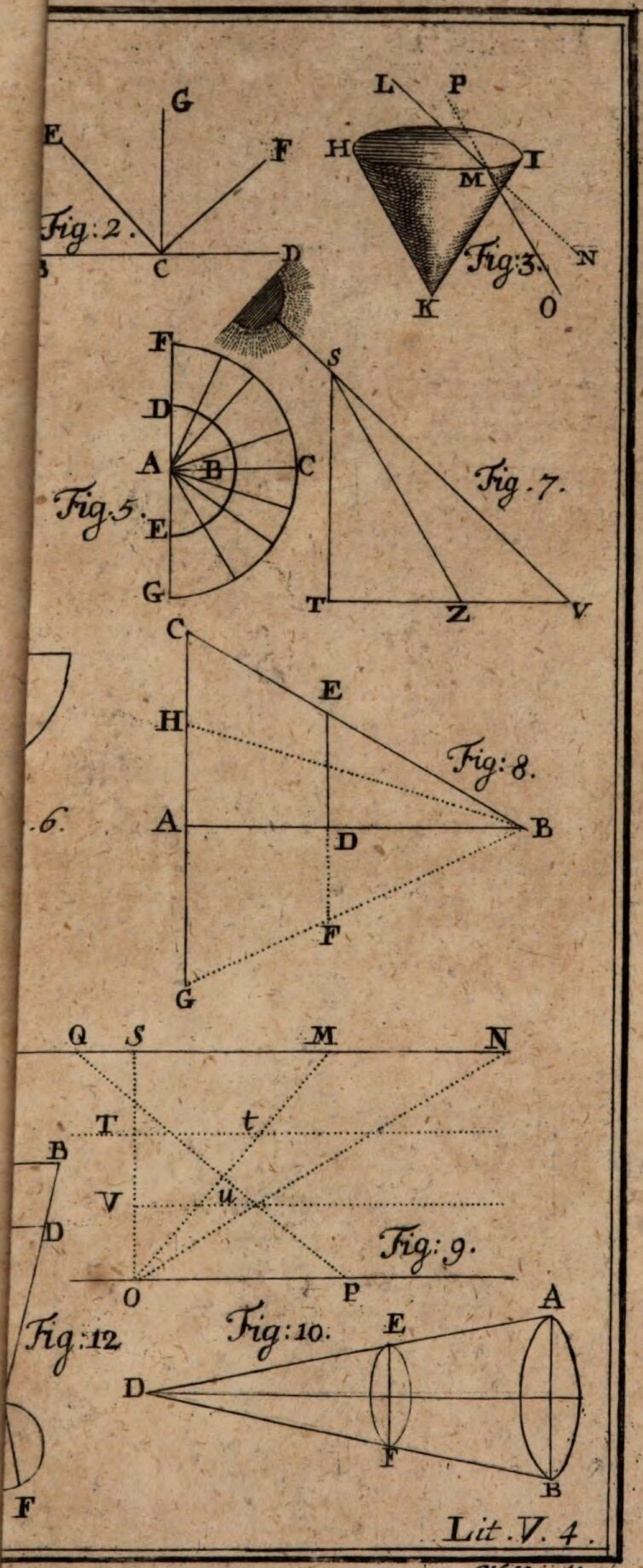
Die 1. Anmerkung.

102. Dieses bekräftiget die Erfahrung. Denn, wenn ihr mit den Finger das eine Auge niedriger oder höher drücket, als das andere stehet, so sehet ihr alles doppelt. Man pflegt auch, wenn man sich stark betrunken hat, alles doppelt zu sehen.

Die 2. Anmerkung.

103. Ich habe nur die Gesetze erkläret, nach welchen sich die Natur im Sehen richtet: welches auch die Absicht

der



Lit. V. 4.

Wolfs Math.

der Optik ist. Woher es aber kommt, daß, wenn ein Bildlein von einer Sache in dem Auge formiret wird, wir uns derselben als außer uns bewußt sind, imgleichen, warum in Beurtheilung dieser Sache wir in allen uns nach dem 16. Lehrsatze (§. 98.) richten, dieses wollen und dürfen wir hier nicht untersuchen. Wir haben aber solches in der Metaphysik ausgeführet.

ENDE der Optik.

Anfangsgründe der Katoptrik.

Die 1. Erklärung.

1.

Die Katoptrik ist eine Wissenschaft der sichtbaren Dinge, in so weit sie durch Hülfe der Spiegel gesehen werden.

Die 2. Erklärung.

2. Durch den Spiegel verstehen wir eine jede Fläche, welche oben glatt oder polirt ist, hinten aber einen schwarzen oder undurchsichtigen Grund hat.

Anmerkung.

3. Also ist das Wasser in einem Brunnen, oder in einem etwas tiefen Fluße ein Spiegel, denn seine Fläche ist glatt, unten aber ist der Grund finster. Wenn ihr ein schwarzes Papier hinter ein Glas leget, so wird es ein Spiegel. Wenn ihr Metall, welches eine dunkle Farbe hat, glatt poliret, so giebt es einen Spiegel.

Die 3. Erklärung.

4. Die Fläche der Spiegel ist entweder eben, oder erhaben, oder hohl. In dem ersten Falle heißt es ein platter Spiegel: in dem andern ein erhabener Spiegel: in dem dritten ein Hohlspiegel. Die Spiegel von der andern Art sind insgemein entweder sphärische, oder cylindrische, oder conische.

Die 1. Aufgabe.

5. Eine große gläserne Tafel zu poliren.

Auflösung.

1. Befestiget mit Gips auf einer hölzernen Tafel eine gläserne Tafel, welche mit einem etwas erhabenen Rande umgeben ist, und sehr fest und unbeweglich stehet.
2. Auf eine etwas kleinere hölzerne Tafel befestiget gleichfalls mit Gips eine etwas kleinere gläserne Tafel. Auf der andern Seite der hölzernen Tafel muß ein offener Kasten gemacht werden, damit ihr ihn mit Steinen beschwehren könnet.
3. Bestreuet die untere Tafel mit Sande, welcher durch ein Sieb vorher ist gesiebet worden, damit die Körner fein gleich sind, und feuchtet ihn mit Wasser an.
4. Alsdenn reibet die kleine gläserne Tafel an der großen, und wenn sie sich beyde gleich abgerieben haben, so nehmet etwas kleinern Sand: zuletzt reibet die Tafeln ohne Sand, oder mit etwas geschlemmeten Schmergel, bis sie ganz eben werden, und einigen Glanz bekommen.
5. Wenn sie nun zum Poliren geschickt sind, so schleifet auf einer eisernen Scheibe mit Sande die Ränder.
6. Endlich befestiget die hölzerne Tafel, an welche die gläserne angegipset ist, an einem Tische, und nehmet ein viereckichtes viel länger als breites Holz, in der Gestalt eines Parallelepipedi, überziehet es mit Leder, das Leder bestreichet unten mit Tripel oder mit Zinnasche, und reibet damit das Glas, bis es recht hell und klar wird.

So ist geschehen, was man verlangte.

Die

Die 1. Anmerkung.

6. Etliche poliren auch mit Schmergel, welchen sie aber auf besondere Art geschlemmet haben. Stoßet ihn nämlich in einem Mörser so klein, als ihr könnet. Werfet ihn hierauf in Wasser, und rühret ihn mit einen hölzernen Spathen herum. Wenn sich die gröbere Materie gesetzt hat, so giesset das Wasser in ein anderes Gefäß, und rühret es abermal fleißig herum. Nachdem sich wieder einige Materie gesetzt hat; so giesset das Wasser in das dritte Gefäß ab, damit sich das subtilere setzt. Mit der ersten fänget an zu poliren, mit der andern setzet die Polirung fort, und mit der dritten beschliesset sie.

Die 2. Anmerkung.

7. Kleine Spiegel könnet ihr auf eisernen Scheiben mit Sande abreiben, und nach diesem wie die großen poliren.

Die 3. Anmerkung.

8. Man hat auch Maschinen zum poliren erfunden, welche von dem Wasser getrieben werden. Dergleichen ich in meinen Element. Catoptr. §. 48. beschrieben habe.

Die 2. Aufgabe.

9. **Einen platten gläsernen Spiegel zu machen.**

Auflösung.

1. Leget auf eine hölzerne Tafel Löschpapier, und überstreuet es mit geschapter Kreide.
   Darüber aber leget ein Blat von englischen Zinne, und breitet es fein eben aus, damit nirgend keine Runzel bleibe.
2. Giesset auf das englische Zinn Quecksilber, und breitet es durch dasselbe mit Baumwolle aus, damit es davon durchfressen wird.
3. Leget ein weisses Papier darauf, nachdem ihr es abgekehret, und wenn ihr die gläserne polir-

te

te Tafel mit einem reinen leinen Tuche abgewischt habt, so leget sie auf das Papier.

4. Drücket mit der linken Hand auf das Glas, und ziehet mit der rechten das Papier darunter weg. Decket es oben mit reinem Papier zu: darauf leget eine Pappe, und beschwehret sie mit einem Gewichte.

5. Lasset das übrige Quecksilber abfliessen, und hernach den Spiegel ein wenig stehen: so wird sich das Zinn mit dem Quecksilber fest anhängen, und geschehen, was man verlangte.

Die 1. Erfahrung.

10. Haltet einen Stab perpendicular an einen Spiegel; so wird sein Bild in dem Spiegel mit ihm eine gerade Linie machen, er mag platt, oder erhaben, oder hohl seyn.

Der 1. Zusatz.

11. In dem Spiegel siehet man jeden Punct in der Linie, welche von ihm auf die Spiegelfläche perpendicular gezogen wird.

Der 2. Zusatz.

12. Man siehet ihn aber auch in dem zurück gezogenen reflectirten Strahle (§. 98. *Optic.*), und also da, wo dieser Strahl die gedachte perpendicularlinie durchschneidet.

Der 1. Lehrsatz.

13. Wenn man eine Sache in einem platten Spiegel siehet, so erscheinet jeder Punct A so weit hinter dem Spiegel in F, als er von dem Spiegel wegstehet. Fig. 1.

Beweis

Beweis.

Ziehet AF auf dem Spiegel DE perpendicular. Man soll erweisen (§. 12.), das AG = FG. Bey G sind rechte Winkel, und weil o=x (§. 13. *Optic.*), und y=x (§. 61. *Geom.*), so ist auch y=o (§. 28. *Arithm.*): da nun ferner GB beyden Triangeln FGB und AGB gemein ist; so ist FG = AG (§. 71. *Geom.*). W. Z. E.

Der 1. Zusatz.

14. Dannenhero muß die Sache in ihrer wahren Gestalt und Größe hinter dem Spiegel erscheinen.

Der 2. Zusatz.

Fig. 1. 15. Wenn der Spiegel DE horizontal lieget, so muß der Punct A so tief unter dem Spiegel erscheinen, als er über ihm stehet. Und darum stehet alles in ihm umgekehrt.

Der 3. Zusatz.

16. Wenn der Spiegel DE an der Decke eines Gemaches horizontal befestiget ist; so muß der Punct A so hoch über der Decke erscheinen, als er unter dem Spiegel von der Decke weg ist. Und darum erscheinet abermals alles umgekehrt in ihm.

Der 4. Zusatz.

17. Weil der reflectirte Strahl BC mit dem Spiegel eben den Winkel macht in B, welchen der einfallende Strahl AB mit ihm macht (§. 13. *Optic.*); so könnet ihr eine Sache nicht eher in dem Spiegel sehen, bis man aus eurem Auge auf einem Puncte B eine Linie BC ziehen kann, welche mit dem Spiegel einen so großen Winkel x macht, als die Linie BA,

welche aus eben dem Puncte auf die Sache A, welche ihr sehen wollet, gezogen wird. Und deswegen kann man sich nicht in dem Spiegel sehen, wenn man von der Seite hinein siehet, noch auch dasjenige darinnen sehen, was von der Seite liegt, wo man stehet.

Der 5. Zusatz.

18. Die Strahlen werden unter eben solchen Winkeln von dem Spiegel reflectiret, unter welchen sie einfallen (§. 13. *Optic.*). Derowegen, wenn ihr die Strahlen, welche von einem Spiegel reflectiret werden, mit einem anderen Spiegel auffanget, und sie noch einmal reflectiret; so müssen sie auch von diesem unter den Winkeln reflectiret werden, unter welchen sie in dem erstern einfielen, und noch eben die Wirkung in das Auge haben, welche ihnen nach der erstern Reflexion zukam. Da man nun nach der erstern Reflexion die Sache in ihrer wahren Gestalt und Größe hinter dem Spiegel sahe; so muß auch dieses nach der andern Reflexion geschehen.

Der 6. Zusatz.

19. Daher geschiehet es, daß, wenn ein Licht oder anderer hell erleuchteter Körper zwischen zween und mehrere neben einander gehöriger Weise aufgerichtete Spiegel gesetzet wird, er in jedem Spiegel mehr als einmal gesehen wird. Und auf diesem Grunde beruhen die Spiegelgemächer, worinnen die Wände und Decke mit großen Spiegeln besetzt werden, damit enge Gemächer von einer ungeheuren Weite und die darinnen gestellte Sachen und Personen unzählich vielmal vervielfältiget erscheinen.

Der 7. Zusatz.

20. Und wenn ihr den Rücken gegen einen Spiegel kehret, hingegen einen andern Spiegel (§. 17.) dergestalt haltet, daß die von dem erstern Spiegel reflectirte Strahlen, welche von eurem Rücken hinein gefallen sind, mit ihm aufgefangen, und wieder in euer Auge reflectiret werden; so könnet ihr in dem andern Spiegel euch von vornen und von hinten zugleich sehen.

Anmerkung.

21. Alles, was von platten Spiegeln gesaget werden kann, läßt sich durch eine geometrische Zeichnung nach dem 12. § *Catoptr.* und 13. §. *Optic.* finden, wenn man gleich die geometrischen Beweise nicht fassen kann. Welches auch von den folgenden Spiegeln zu merken ist.

Die 3. Aufgabe.

22. **Einen gläsernen sphärischen Spiegel zu machen.**

Auflösung.

1. Schmelzet einen Theil Zinn und einen Theil Marchasit in einem reinen Tiegel, und wenn es in Fluß gebracht worden ist, so werfet zween Theile Queckfilber hinein.
2. So bald es zu rauchen anfängt, so giesset die geschmolzene Materie in reines Brunnenwasser und so bald sie abgekühlet ist, so giesset das Wasser wieder ab.
3. Drücket die abgekühlte Materie durch ein reines doppeltes leinenes Tuch, und was durchgehet,
4. Schüttet in eine hohle gläserne Kugel, welche inwendig ganz rein ist.

5. Wen-

5. Wendet die Kugel fein sanft herum, so wird sich die Materie allenthalben anlegen.

Und so ist geschehen, was ihr verlangtet.

Die 1. Anmerkung.

23. Was von der hinein gegossenen Materie übrig bleibt; könnet ihr wieder heraus giessen, und bis zu weiterem Gebrauche aufheben.

Die 2. Anmerkung.

24. Wenn ihr grüne, rothe, gelbe oder von anderer Art Farbe, Kugeln nehmet: so bekommet ihr auch Spiegel, worinnen alles grün, roth, gelb, oder von einer andern Farbe aussiehet.

Zusatz.

25. Auf eben solche Art könnet ihr conische, cylindrische, und noch viele andere Arten der Spiegel machen, wenn ihr euch nur das Glas in der Glashütte darzu blasen laßet.

Der 2. Lehrsatz.

26. **In einem sphärischen Spiegel EBG wird jeder Punct einer Sache A zwischen dem Mittelpuncte C, und der Fläche der Kugel gesehen.** Fig. 2.

Beweis.

Die gerade Linie, welche einen Circul berühret, stehet auf dem Radio perpendicular (§. 52. *Mech.*). Nun ist der Berührungspunct ein Theil von der Peripherie des Circuls. Derowegen stehet der Radius auf der Peripherie des Circuls perpendicular. Wenn ihr also von dem Puncte A eine perpendicularlinie AH auf den sphärischen Spiegel ziehet, so gehet sie durch den Mittelpunct der Kugel C, und machet mit dem Radio CH eine gerade Linie. Darum wird der Punct A daselbst gesehen,

wo der reflectirte Strahl mit dem Diameter des Spiegels zusammen stößet (§. 12.). Ziehet eine gerade Linie IK, welche den Circul EBG in dem Einfallspuncte B berühret. Mit dieser macht der Radius CB einen rechten Winkel (§. 52. *Mech.*); hingegen, weil der Einfallswinkel ABI ein spitziger Winkel ist; so macht auch der reflectirte Strahl DB mit BK einen schiefen Winkel (§. 13. *Opt.*). Da nun der Verticalwinkel FBI ihm gleich ist (§. 61. *Geom.*); so fällt der reflectirte Strahl BD, wenn er über den Punct B continuiret wird, zwischen die Seiten des rechtwinklichten Triangels CBI, und muß endlich an seine größte Seite CI stoßen. Von dieser aber ist der halbe Diameter der Kugel CH ein Theil. Derowegen stößt der reflectirte Strahl DF mit dem halben Diameter der Kugel CH innerhalb dem Mittelpuncte C und ihrer Fläche zusammen. Und dannenhero siehet man den Punct A innerhalb dem Mittelpuncte C und der Kugelfläche EHBG. W. Z. E.

Der 1. Zusatz.

27. Derowegen kann die Linie AH, sie mag so groß seyn, wie sie will, nicht größer als die Linie FH aussehen (§. 12.), und also ist das Bild in dem Spiegel viel kleiner als die Sache.

Der 2. Zusatz.

28. Das Bild ist niemals größer als FH (§. 27.), und solchergestalt kleiner als der halbe Diameter CH. Derowegen muß es in kleinen Kugeln kleiner seyn, als in großen.

Anmerkung.

29. Es folget zwar aus dem Beweise des gegenwärtigen Lehrsatzes, daß, wenn der Einfallswinkel gar sehr klein ist, man das Bild ausserhalb dem Spiegel sehen solle. Allein, wenn das Auge so schief gegen den Spiegel stehet, kann man fast nichts deutlich sehen. Darum wollen wir uns damit nicht aufhalten, sondern ich erinnere nur noch dieses. Wollt ihr erfahren, ob das Bild in einem sphärischen Spiegel ausserhalb demselben in der Luft erscheinen könne; so haltet einen weissen silbernen Drath PQR vor den Spiegel, und das Auge gegen den Punct, gegen welchen PQ gerichtet ist, dergestalt, daß der in selbiges reflectirte Strahl der berührenden Linie sehr nahe kommt; so werdet ihr befinden, daß die Spitze des Draths P die Spitze des Bildes berühre, und beyde an einander sich hin und her bewegen laßen, unerachtet der Drath den Spiegel noch nicht berühret. Eben dieses geschiehet, wenn ihr den zugespitzten Schenkel eines Circuls davor haltet. Fig. 3.

Der 3. Lehrsatz.

30. *Wenn ein cylindrischer Spiegel AB aufgerichtet stehet, so siehet in demselben alles sehr lang, aber überaus schmal aus.* Fig. 4.

Beweis.

Nach der Länge herunter AD kann man auf der cylindrischen Spiegelfläche lauter gerade Linien ziehen (§. 29. *Geom.*), und also stellet er nach der Länge einen platten Spiegel vor. Nach der Breite aber sind lauter Circulperipherien (§. 51. *Geom.*). Und dannenhero stellet er nach der Breite einen sphärischen Spiegel vor (§. 27. *Geom.*). Da nun die platten Spiegel die Sachen in ihrer rechten Größe darstellen (§. 14.); die sphärischen aber sie verkleinern (§. 27.): so sehen die Sachen in einem cylindrischen Spiegel lang, aber überaus schmal aus. W. Z. E.

Zusatz.

Fig. 5. 31. Wenn also der cylindrische Spiegel CE horizontal gehalten wird; so muß die Sache in ihm breit, aber sehr kurz aussehen.

Anmerkung.

32. Man macht verzogene Bilder, welche sich in einem cylindrischen Spiegel recht präsentiren, wenn man ihn darauf setzet: von welchen ich in meinen Elementis Catoptr. §. 285. & sqq. handle. Es richtet sich aber das Bild in dem cylindrischen Spiegel nach dem platten und sphärischen zugleich so viel, als angehet. Und ist daher kein Wunder, daß es nicht völlig die Länge behält, welche es in dem platten Spiegel hat: welches auch von dem cylindrischen zu verstehen ist.

Der 4. Lehrsatz.

Fig. 6. 33. In einem conischen Spiegel GFH, wenn er aufgerichtet ist, sehen alle Sachen lang, aber dabey schmal, oben sehr zugespitzt, und unten viel breiter aus.

Beweis.

Nach der Länge lassen sich auf einer conischen Fläche lauter gerade Linien ziehen, nach der Breite aber sind lauter Circulperipherien, welche von der Grundfläche GH an gegen die Spitze F immer abnehmen (§. 35. 36. *Geom.*). Derowegen hat ein conischer Spiegel nach der Länge die Eigenschaft eines platten, nach der Breite aber verschiedener sphärischer Spiegel. Da nun die platten Spiegel die Größen unverändert lassen (§. 14.), die sphärischen aber sie um so viel mehr verkleinern, je geringer ihr Diameter ist (§. 28.); so müssen in einem aufgerichteten conischen Spiegel GFH die Sachen lang aber schmal, und zwar oben viel schmäler als unten aussehen. W. Z. E.

Zusatz.

34. Derowegen, wenn ein conischer Spiegel IK mit der Horizontallinie parallel lauft, oder auch gegen dieselbe incliniret ist; so müssen alle Sachen breit, aber sehr kurz, und auf einer Seite viel kleiner, als auf der andern aussehen. Fig. 7.

Anmerkung.

35. Man pflegt verzogene Bilder zu machen, welche sich in einem conischen Spiegel recht darstellen, wenn man ihn darauf setzet, und das Auge in rechter Höhe über die Spitze F hält: von welchen ich gleichfalls in meinen Elem. Catoptr. §. 296. handle. Fig. 6.

Die 4. Aufgabe.

36. **Eine Forme zu machen, worein man einen Hohlspiegel aus Metall giessen kann.**

Auflösung.

1. Nehmet trockenen Leimen, zerreibet ihn in Pulver, und siebet ihn durch, damit die groben Sandkörner zurück bleiben, und was von anderm Unflate darunter ist.
2. Rühret den Leimenstaub in Wasser ein, und schlaget ihn durch einen zarten Durchschlag. Mischet Pferdedreck und kurze Kälberhaare darunter, und machet einen zähen Teig daraus.
3. Machet von Steine ein erhabenes Model, worauf sich euer Hohlspiegel schickt, und nachdem ihr den Teig auf dem Tische mit einer hölzernen Welle in der Dicke des verlangten Spiegels ausgezogen, und mit Ziegelmehle bestreuet habt, daß er nicht ankleben kann, so überkleidet es damit.

4. Nachdem der erste Ueberzug bey einem gelinden Kohlfeuer oder in der Sonne ausgetrocknet ist; so überschmieret ihn mit Fette, und machet einen neuen Ueberzug darüber.
5. Wenn der andere Ueberzug ausgetrocknet ist, so nehmet beyde ab, und werfet den erstern, welcher euren Spiegel vorstellet, weg.
6. Kehret den Stein rein ab, und feget den leimernen Deckel sauber aus. Rühret klein geriebene Kreide in frischer Milch ein, und übertraget damit den Stein. Decket den Deckel darauf, verbindet die Forme mit eisernem Drathe, und verschmieret sowohl die Fugen, als den Drath mit eurem Teige. In dem Deckel lasset nicht allein ein Loch, durch welches ihr das geschmolzene Metall hinein gießen könnet; sondern auch ein Luftloch, durch welches die Luft aus der Forme fahren kann, damit der Spiegel nicht Blasen bekommt.

So ist geschehen, was man verlangte.

Die 5. Aufgabe.

37. Einen Spiegel aus Metall zu giessen.

Auflösung.

1. Nehmet neues Kupfer 8 Theile, englisches Zinn einen Theil, Marchasit 5 Theile, und schmelzet sie zusammen.
2. Wenn die Materie in Fluß gebracht worden ist, so langet mit einem warmen Eisen etwas davon heraus, und lasset es kalt werden. Siehet es zu roth aus, so thut noch etwas Zinn hinein; ist es aber zu weiß, noch etwas Kupfer: bis es die verlangte Farbe bekommt.

3. Diese

3. Diese geschmolzene Materie gießet in die Forme und lasset sie kalt werden; so ist der Spiegel gegossen. W. Z. T.

Anmerkung.

38. Weil dergleichen Spiegel, wenn sie sauber poliret werden, wie polirter Stahl aussehen; so pflegt man sie insgemein stählerne Spiegel zu nennen.

Die 6. Aufgabe.

39. Einen stählernen Spiegel zu poliren.

Auflösung.

1. Küttet den Spiegel mit Pech an ein Holz, damit ihr ihn bequem halten könnet.
2. Ueberstreuet das steinerne Model mit angefeuchtetem Sande, nachdem ihr den Stein selbst mit Wasser wohl befeuchtet habt, und reibet darauf den Spiegel aus.
3. Wenn er genug ausgerieben ist, so waschet den Sandstein, woraus euer Model verfertiget worden ist, ab, und feuchtet ihn fleißig an. Reibet darauf euren Spiegel, so lange, bis er zum poliren geschickt wird.
4. Ueberkleidet ihn, wenn er wieder trocken geworden ist, oder einen andern, von gleicher Art, Gestalt und Größe, wenn ihr nicht so lange warten könnet, mit starkem Papiere, dergleichen das große französische ist. Das Papier bereibet mit Tripel und geschlemmter Zinnasche. Reibet darauf den Spiegel, bis er einen rechten hellen Glanz bekommt. So ist er poliret.

Anmerkung.

40. Auf eben diese Art könnet ihr gläserne Hohlspiegel poliren, welche einen viel hellern Glanz, als die stählernen bekommen.

Die 7. Aufgabe.

41. **Einen gläsernen Hohlspiegel zu überlegen.**

Auflösung.

1. Machet eine hohle Forme von Gips, worein sich euer Spiegel mit der erhabenen Seite genau schickt.
2. Im übrigen verfahret wie in der zweyten Aufgabe (§. 9.).

So ist geschehen, was man verlangte.

Anmerkung.

42. Man bekommt einen gläsernen Hohlspiegel, wenn man ein Glas, welches auf einer Seite erhaben, auf der andern platt ist, auf der erhabenen Seite überleget.

Der 5. Lehrsatz.

Fig. 8. 43. **Wenn ein Strahl BD mit der Axe des Spiegels AX parallel einfällt, und unter 60 Graden von der Axe weg ist; so wird er nach der Reflexion in B mit der Axe in F vereiniget, in einer geringern Weite von dem Spiegel, als der vierte Theil des Diameters oder der halbe Radius CX ist.**

Beweis.

Weil der halbe Diameter BC auf dem Spiegel perpendicular stehet, so ist $x = y$ (§. 31. *Arithm.*): denn y macht mit dem Reflexionswinkel, und x mit dem Einfallswinkel 90° (§. 13. *Opt.*). Da nun BD und AX parallel sind, so ist $o = x$ (§. 97.

Geom.),

Geom.), folglich auch o=y (§. 28. *Arithm.*). Derowegen ist FC=FB (§. 110. *Geom.*). Nun ist CX=CB (§. 44. *Geom.*), BF+FC aber größer als BC (§. 43. *Geom.*), folglich auch größer als CX, und demnach FC größer als FX. Also ist FX kleiner als der halbe Radius oder der vierte Theil des Diameters. W. Z. E.

Der 1. Zusatz.

44. Weil m=n, wie aus dem Beweise des gegenwärtigen Lehrsatzes erhellet; so ist n=60°, wenn der Bogen EX 60° ist (§. 17. *Geom.*). Derowegen ist der zurück geworfene Strahl EX dem Radio CX gleich (§. 111. *Geom.*), und fällt der zurück geworfene Strahl wieder auf den Spiegel in X (§. 135. *Geom.*). Fig. 8.

Der 2. Zusatz.

45. Da die Sonnenstrahlen, dem Augenscheine nach, parallel sind; so werden auch alle, welche hin und wieder auf die Spiegelfläche fallen, in einem engen Raume in F zusammen gebracht. Weil nun hierdurch ihre Kraft vermehret wird, so ist es kein Wunder, daß, ob sie gleich vorhin nur warm machten, sie jetzund gar anzünden, ja wenn der Spiegel groß ist, harte Körper, als Steine und Metalle, schmelzen.

Die 1. Anmerkung.

46. Weil die Hohlspiegel diese sonderbare Eigenschaft haben, so pflegt man sie Brennspiegel zu nennen. Unter den Brennspiegeln ist aus dem Alterthume des Archimedis seiner berühmt, womit er die Flotte der Römer angezündet haben soll, wie *Plutarchus* in dem Leben des *Marcelli* berichtet. Weil aber die gewöhnlichen Hohlspiegel nicht über den vierten Theil ihres Diameters etwas anzün-

den (§. 43.); so halten viele diese Geschichte für eine Fabel. In unsern Zeiten hat Niemand größere Brennspiegel gemacht, als der Herr von Tschirnhausen. Er beschreibt einen in den Leipziger Actis A. 1687. p. 52, welchen er aus einer nicht allzudicken kupfernen Platte hat machen lassen, damit er leicht hin und wieder zu tragen war. Der halbe Diameter war über 4 Ellen. Durch Hülfe dieses Spiegels hat er fast in einem Augenblicke Bley geschmolzen, Eisen glüend gemacht, ja innerhalb 3 Minuten Kupfer und Silber in Fluß gebracht, die Dachziegel, Scherben von Töpfen, Knochen und andere harte Materien in Glas verwandelt.

Der 3. Zusatz.

47. Weil aber nur diejenigen Strahlen in den Brennpunct fallen, welche vielweniger als 60 Grade von der Axe einfallen; so muß der Brennspiegel allezeit unter 30 Graden seyn. Man macht ihn nicht gerne über 18°.

Der 4. Zusatz.

48. Weil demnach die Fläche eines Brennspiegels, dessen Höhle von einer größern Kugel ist, grösser seyn kann, als eines andern, dessen Höhle von einer kleinern genommen ist, und also mehr Sonnenstrahlen auffangen, und in den Brennpunct zurück werfen kann; so brennt ein großer Brennspiegel besser als ein kleiner.

Der 5. Zusatz.

49. Weil der vierte Theil von einem großen Diameter größer ist, als eben derselbe Theil von einem kleinen; so muß ein großer Brennspiegel weiter brennen als ein kleiner (§. 43.).

Der 6. Zusatz.

50. Daß die Sonnenstrahlen brennen, rühret bloß daher, weil sie durch die Reflexion in einem

engen Raume zusammen gebracht werden. Darum ist es kein Wunder, daß man Brennspiegel aus festem Holze machen kann, welches vergoldet und poliret wird. Man pflegt auch wohl das Holz oder papierne Spiegel mit Strohe zu überlegen. Imgleichen macht man sie aus Gipse, welcher übergoldet wird.

Der 7. Zusatz.

51. Wenn ein Licht in den Brennpunct F gesetzt wird, so sind die reflectirten Strahlen alle der Axe, und auch unter einander selbst, parallel. Denn der einfallende Strahl ist alsdenn BF, und daher der reflectirte BD (§ 31. *Optic.*). Fig. 8.

Der 8. Zusatz.

52. Wenn ihr demnach die Parallel reflectirten Strahlen mit einem andern Brennspiegel auffanget; so könnet ihr gleichfalls mit denselben brennen.

Die 2. Anmerkung.

53. Zahn in seinem Oculo artificiali fund. 3. Syntagma 5. c. 6. art. 12. f. 753. beschreibt dergleichen Experiment, welches in Wien angestellet worden ist. In dem Brennpuncte eines Brennspiegels, welcher im Diameter 6. Schuhe hatte, wurden glüende Kohlen gesetzt, und mit einem Blasbalge aufgeblasen. Dem großen Spiegel gleich über stand in der Weite von 20 bis 24 Schuhen ein kleiner Hohlspiegel, ungefähr von 3 Schuhen im Diameter. In seinen Brennpunct legte man Zunder oder einen Zündschwamm, welcher von den zum andernmal reflectirten Strahlen der Kohlen angezündet wurde.

Der 9. Zusatz.

54. Wenn die Strahlen parallel sind, so bleibt das Licht immer gleich stark (§. 42. *Optic.*). Darum könnet ihr einen weit entlegenen Ort (z. E. die

Stundenscheibe mit dem Zeiger an einem Thurme aus eurem Fenster) hell erleuchten, wenn ihr ein Licht oder eine Lampe in den Brennpunct eines Hohlspiegels setzet.

Die 3. Anmerkung.

55. Ihr solltet meinen, (wie auch einige sich eingebildet haben) man könne auf diese Weise das Licht durch viele Meilen ohne den geringsten Abbruch werfen. Allein besinnet euch, daß beständig ein Abgang der Strahlen sey, indem sie durch die Luft durchfahren, und demnach das Licht immer nach und nach geschwächet werde (§ 46. *Opt.*).

Die 8. Aufgabe.

Fig. 8. 56. Aus dem gegebenen Radio des Brennspiegels BC und dem Bogen BX, welcher anzeiget, wie weit der Strahl BD von der Axe einfällt, den Punct E zu finden, in welchem er sich mit der Axe vereinigt.

Auflösung.

Wenn euch der Bogen BX gegeben ist, so wisset ihr auch den Winkel o (§. 17. *Geom.*). Nun ist BFC ein gleichschenklichter Triangel, wie bey dem vorhergehenden Lehrsatze (§. 43.) erwiesen worden ist. Derowegen wenn ihr aus F die Perpendicularlinie FH auf BC fallen laßet, so ist HC $= \frac{1}{2}$ BC (§. 107. *Geom.*), und ihr könnet in dem rechtwinklichten Triangel FHC die Seite FC finden (§. 44. *Trigon.*) das ist, den Abstand des verlangten Punctes F von dem Mittelpuncte C, folglich von dem Spiegel X.

Exem-

Exempel.

Es sey BX=36°, CX=2′ so ist HC=1′.

Log. Sin. F.	9.9079576
Log. HC	0.0000000
Log. Sin. Tot.	10.0000000
Log. FC=	0.0920424,

welchem in den Tabellen am nächsten kommt 1′2″3‴.

CX 2.0 0

FX=7 7.

Der 6. Lehrsatz.

57. **Wenn eine Sache in dem Brennpuncte eines Hohlspiegels liegt, so kann sie in ihm gar nicht gesehen werden.**

Beweis.

Wir sehen jeden Punct einer Sache wo der reflectirte Strahl mit der Perpendicularlinie, welche von ihr auf den Spiegel gezogen wird, zusammen stoßt (§. 12.), das ist, in gegenwärtigem Falle mit der Axe des Spiegels, weil in ihr der Brennpunct ist, in welchem die Sache liegt. Nun, wenn die Sache in dem Brennpuncte stehet, so sind die reflectirten Strahlen mit der Axe parallel (§. 51.), und stoßen mit ihr nirgends zusammen (§. 25. *Geom.*). Derowegen kann sie in dem Spiegel gar nicht gesehen werden.

Der 7. Lehrsatz.

58. **In einem Hohlspiegel ist der reflectirte Strahl BD so weit von dem Mittelpuncte C weg, als der einfallende AB.** Fig. 9.

Beweis.

Beweis.

Lasset aus dem Mittelpuncte des Spiegels C auf beyde Strahlen AB und BD Perpendicularlinien CE und CF fallen. Ich sage, es sey EC=FC. Denn, weil der halbe Diameter BC auf dem Einfallspuncte B perpendicular stehet (§. 52. *Mech.*); so ist o=x (§. 13 *Optic.* & §. 31. *Arithm.*). Da nun bey E und F rechte Winkel sind (§. 20. *Geom.*), so ist auch m=n (§. 105. *Geom.*), folglich EC=FC (§. 71. *Geom.*). W. Z. E.

Zusatz.

Fig. 9. 59. Wenn der Einfallswinkel gegeben ist, so wisset ihr auch den Winkel o, weil er mit ihm 90° macht. Wird nun ferner der halbe Diameter des Spiegels BC gegeben, so könnet ihr die Weite des einfallenden Strahls von dem Mittelpuncte EC (§. 44. *Trigon.*) finden.

Der 8. Lehrsatz.

Fig. 10. 60. **Wenn eine Sache über dem Mittelpuncte eines Hohlspiegels herauf stehet, so stehet das Bild verkehrt in der freyen Luft zwischen dem Spiegel und seinem Mittelpuncte, um so viel kleiner und näher an dem Spiegel, je weiter es von ihm weg ist.**

Beweis.

Es sey der einfallende Strahl ED, und werde in F reflectirt (§. 13. *Opt.*); so sehet ihr den Punct E in M (§. 12.), und also verkehrt. Wiederum werde der einfallende Strahl FD in E reflectirt, so sehet ihr F in L, also abermals verkehrt. Das Bild demnach von EF ist umgekehrt in der

freyen

freyen Luft in LM zu sehen, viel kleiner als EF. Auf gleiche Weise erhellet, daß der Punct H in I, und G in K gesehen wird, und also IK das verkehrte Bild von GH ist. Derowegen ist ferner klar, daß das Bild LM dem Spiegel näher sey, wenn die Sache EF weiter davon weg ist, als das Bild IK, wenn die Sache GH dem Spiegel näher ist; imgleichen, weil IK grösser als LM (§. 184. *Geom.*), daß das Bild grösser sey, wenn die Sache dem Spiegel nahe ist, als wenn sie weit weg ist. W. Z. E.

Der 9. Lehrsatz.

61. **Wenn das Auge O in dem Diameter des Spiegels, aber weiter als der halbe Diameter GC von dem Spiegel wegstehet, und die Sache AB zwischen dem Mittelpuncte C und der Spiegelfläche, aber weniger als den vierten Theil des Diameters von ihr wegstehet; so erscheinet sie sehr groß hinter dem Spiegel und aufgerichtet.** Fig. 11.

Beweis.

Der einfallende Strahl AF wird aus F in O, und der Strahl BE aus E in O reflectirt (§. 13. *Optic.*). Ziehet aus dem Mittelpuncte C den halben Diameter Ch, so wird er, wenn ihr ihn verlängert, mit dem verlängerten reflectirten Strahle in H zusammen kommen. Demnach sehet ihr den Punct A in H (§. 12.). Gleichergestalt wird erwiesen, daß ihr den Punct B in D sehet. Demnach ist DH das Bild von AB hinter dem Spiegel, und zwar aufgerichtet, auch viel grösser als die Sache selbst. W. Z. E.

Anmerkung.

62. Es sind zwar mehrere Fälle bey den Hohlspiegeln zu erwägen, als ich angeführet habe: welche ich auch in

meinen

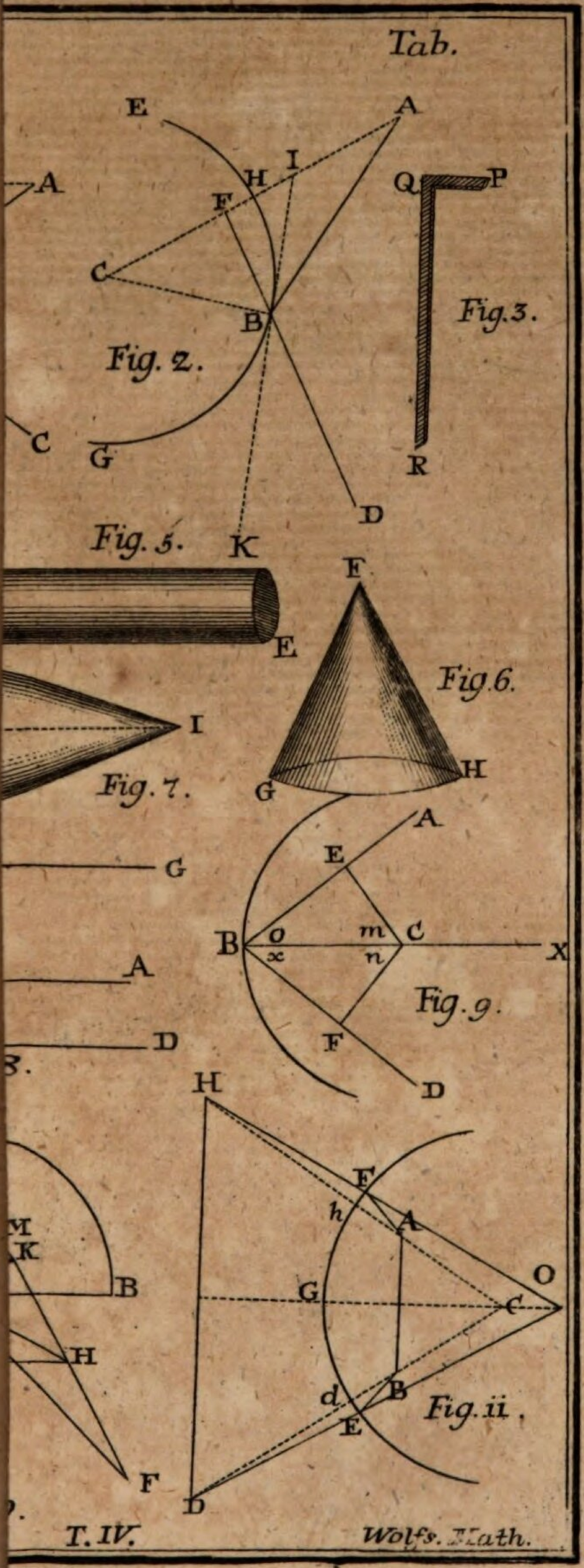
meinen Elem. Catoptr. erwiesen. Allein weil in allen die Sache entweder gar nicht, oder hinter, oder vor dem Spiegel, aufgerichtet oder umgekehrt, größer oder kleiner, als sie ist, gesehen wird; so ist es den Anfängern genug, wenn ich ihnen auch nur durch einige Fälle zeige, daß alle diese Erscheinungen nach den Fundamentalgesetzen der Katoptrik möglich sind. Man kann es so gleich mit einem Brenn- oder Hohlspiegel in Erfahrung bringen, daß die Sache zwischen dem Spiegel und dem Brennpuncte hinter dem Spiegel aufgerichtet und vergrößert wird, und zwar, um so viel größer, je näher es dem Spiegel stehet; in dem Brennpuncte gar nicht; zwischen dem Brennpuncte und dem Mittelpuncte in der freyen Luft, aber verkehrt und näher bey dem Spiegel, auch kleiner gesehen wird, je weiter die Sache von dem Brennpuncte wegstehet. Warum dieses geschiehet, kann man durch die beyden Hauptgründe der Katoptrik (§. 13. *Optic.* & §. 12. *Catoptr.*) finden.

E N D E

der

K a t o p t r i k.

Anfangs-


Tab.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 9.
Fig. 11.
T. IV.
Wolfs. Math.

Anfangsgründe der Dioptrik.

Die 1. Erklärung.

1.

Die Dioptrik ist eine Wissenschaft aller sichtbaren Dinge, in so weit sie durch gebrochene Strahlen gesehen werden.

Die 1. Aufgabe.

2. Die Größe der Refraction zu untersuchen, welche die Strahlen leiden, wenn sie aus der Luft in das Glas, und aus dem Glase in die Luft fahren.

Auflösung.

1. Lasset euch nach Keplers Exempel (Dioptr. l. 1. prop. 3.) einen gläsernen Würfel BCDEGFHI machen, und ihn auf allen Seiten recht eben schleifen und poliren. Tab. I. Fig. 1. 2.
2. Setzet zwey wohl gehobelte Bretter ABIN und NIPO rechtwinklicht zusammen. Die Höhe AN muß der Höhe des Würfels CH gleich, die Breite NI aber etwas breiter als der Würfel seyn.
3. Setzet den Würfel an das aufgerichtete Brett BANI, und kehret es gegen die Sonne; so wird außer dem Glase der Schatten bis in ML in dem Glase aber nur bis in KQ fallen.
4. Da nun CL der einfallende Strahl, und CK der gebrochene Strahl ist; so ist HCL der Incli-

nationswinkel, und KCL der Refractionswinkel (§. 18. *Optic.*). Derowegen, weil euch in den Triangeln CHK und CHL die Seiten CH, HK und HL gegeben werden, maßen ihr sie nach einem subtilen Maaßstabe messen könnet: so werdet ihr die Winkel HCK und HCL (§.50. *Trig.*) finden. Und wenn ihr HCK von HCL abziehet, so bleibt der Winkel KCL übrig. W. Z. E.

Der 1. Zusatz.

Tab. I. Fig. 1. n. 2. 3. Wenn der Strahl CL aus der Luft in das Glas, und also aus einer dünnern Materie in eine dichtere kommt, so wird er in CK gegen den Perpendicul CH gebrochen.

Der 2. Zusatz.

4. Hingegen, wenn der Strahl CK aus dem Glase in die Luft, und also aus einer dichtern Materie in eine dünnere fährt, so wird er in CL, und demnach von dem Perpendicul CH weggebrochen.

Die 1. Anmerkung.

5. Ihr werdet befinden, daß in allen Fällen der Sinus des Inclinationswinkels HCL zu dem Sinu des gebrochenen Winkels HCK einerley Verhältniß hat: welches *Snellius* zuerst gefunden, *Cartesius* aber zuerst öffentlich gelehret hat (Dioptr. cap. 2. §. 7. p. m. 88.), und wir unten in der Algebra ausführen wollen. Wenn die Refraction aus der Luft in das Glas geschiehet, so ist, wie *Hugenius* gefunden hat (Dioptr. p. 5.), der Sinus des Inclinationswinkels zu dem Sinu des gebrochenen, beynahe, wie 3 zu 2, womit auch *Newton*, (Opt. lib. 2. part. 3. p. 232.) übereinstimmet. Hingegen, wenn die Refraction aus dem Glase in die Luft geschiehet; so ist gedachte Verhältniß wie 2 zu 3. Aus der Luft in das Wasser hat sie *Cartesius* (in Tract. de Meteor. c. 8. §. 10. p. m. 221.) gefunden, wie 4 zu 3, und aus dem Wasser in die Luft, wie 3. zu 4.

3. zu 4. Wenn der Strahl perpendicular einfällt, so gehet er ungebrochen durch.

Die 2. Anmerkung.

6. Kepler suchte anfangs die Proportion in den Winkeln, und befand, daß, wenn der Inclinationswinkel unter 30 Graden war, beynahe der Strahl gegen den Perpendicul um $\frac{1}{3}$ desselben gebrochen wird, wenn er aus der Luft in das Glas fährt: hingegen um die Hälfte desselben von dem Perpendicul, wenn der Strahl aus dem Glase in die Luft gehet: worinnen ihm die meisten gefolget sind.

Die 3. Anmerkung.

7. Sonst hat *Newton* in seiner Optik (part. 3. prop. 10. p. m. 73) angegeben, die Proportion der Sinuum des Inclinationswinkels und des gebrochenen Winkels sey in der Luft wie 3851 zu 3850; in dem Glase, wie 31 zu 20; in dem Regenwasser, wie 529 zu 396; in dem hoch rectificirten Spiritu Vini, wie 100 zu 73; in dem Baumöle, wie 22 zu 15; in dem Diamante, wie 100 zu 41.

Die 2. Erklärung.

8. **Ein erhabenes Glas (Lens convexa) ist, welches entweder auf beyden Seiten ein Stück von einer Kugelfläche hat, oder nur auf einer, und auf der andern platt ist.**

Anmerkung.

9. Daher nennet man es ein Glas von drey Schuhen, oder sagt, es halte im Diameter drey Schuhe, wenn die Kugelfläche, von welcher es einen Theil hat, im Diameter drey Schuhe hält u. s. w.

Die 3. Erklärung.

10. **Ein hohles Glas (Lens concava) wird genennet, welches entweder auf beyden Seiten, oder nur auf einer ein Stück von der innern Fläche einer hohlen Kugel hat, und auf der andern platt ist.**

Anmerkung.

11. Man nennet auch die hohlen Gläser von drey Schuhen im Diameter, wenn die Kugeln, auf deren äußere Fläche sich ihre Höhlung schickt, im Diameter drey Schuhe hält.

Der 1. Lehrsatz.

Tab. I. Fig. 2. 12. **Wenn ein Strahl des Lichts in ein plattes Glas ABDC einfällt, und der Neigungswinkel EFN unter 30° ist; so ist der gebrochene Strahl OK hinter dem Glase mit dem einfallenden Strahle LN parallel.**

Beweis.

In dem Eingange in das Glas wird der einfallende Strahl FN gegen den Perpendicul EF beynahe um $\frac{1}{3}$ des Inclinationswinkels EFN gebrochen (§. 6.). Derowegen ist KFG = EFM (§. 61. *Geom.*) = $\frac{2}{3}$EFN, und LFK = MFN (§. 61. *Geom.*) = $\frac{1}{3}$EFN. Weil HI mit EG parallel ist, so ist PKI = KFG (§. 97. *Geom.*) = $\frac{2}{3}$EFN, wie erwiesen worden ist. Nun ist OKP = $\frac{1}{2}$PKI (§. 6.) = $\frac{1}{3}$EFN = LFK, wie erwiesen worden ist, und also ist OKI = LFK + KFG = LFG: folglich OQ mit LN parallel (§. 98. *Geom.*). W. Z. E.

Zusatz.

13. Derowegen bleiben die Strahlen nach der Refraction, wie sie vor derselben waren: und also müssen die Sachen durch ein plattes Glas, wie mit bloßen Augen gesehen werden, nur, daß sie in einem unrechten Orte erscheinen: denn N wird durch den Strahl OK in Q gesehen (§. 98. *Optic.*).

Der

Der 2. Lehrsatz.

14. Wenn ein Strahl des Lichts DE mit der Axe IF parallel auf ein erhabenes und plattes Glas einfällt; so wird er mit ihr in F, hinter dem Glase beynahe in der Weite seines Diameters, vereinigt. Tab I. Fig. 3.

Beweis.

Weil der Strahl DE auf die platte Fläche AB perpendicular fällt; so geht er ungebrochen bis in E (§. 5.); in dem Ausgange aber wird er dergestalt gegen die Axe IF gebrochen, daß FEH=½HEG (§. 6.). Weil nun DH mit IF parallel ist, so ist GEH=ECF, und HEF=EFC (§. 97. *Geom.*): folglich ECF=2EFC. Wenn die Winkel nicht allzu groß sind, so kann man ohne merklichen Irrthum annehmen, daß die Seiten sich wie die ihnen entgegen gesetzten Winkel verhalten (§. 43. *Trigon.*). Darum ist FE=2CE, und folglich FK beynahe 2CE, weil FK und FE von einander nicht merklich unterschieden sind, wenn der Winkel F klein ist.

Der 1. Zusatz.

15. Da nun die Sonnenstrahlen, dem Augenscheine nach, parallel einfallen; so werden sie auch mit einander in F vereinigt. Derowegen ist kein Wunder, daß sie, wenn das Glas ein Stück von einer großen Kugel ist, nicht allein alles anzünden, was sich leicht anzünden lässet; sondern auch die härtesten Körper schmelzen.

Der 2. Zusatz.

16. Wenn ihr in den Brennpunct F ein Licht setzet; so müssen die Strahlen nach der Refraction parallel seyn.

Der 3. Zusatz.

17. Daher kann man dadurch einen entfernten Ort helle erleuchten (§. 42. *Optic.*).

Der 3. Lehrsatz.

Tab. I. Fig. 4. 18. **Wenn ein Strahl PE in eine gläserne Kugel mit der Axe AB parallel unter 30° einfällt, so wird er mit ihr hinter der Kugel in F in der Weite des vierten Theils ihres Diameters vereinigt.**

Beweis.

Weil PH mit AB parallel ist, so ist PEG=EBC (§. 97. *Geom.*) $=\frac{1}{3}$FEP (§. 6.). Nun ist BEC=FEG (§. 61. *Geom.*) $=\frac{1}{3}$FEP (§. 6.). Derowegen, weil die Winkel E und B nicht allzugroß sind, so ist CB=2EC (§. 43. *Trigon.*): nämlich die Sinus nicht allzugroßer Winkel verhalten sich beynahe, wie die Winkel. Nun ist DLB =LCB+LBC (§. 101. *Geom.*): folglich, weil BL beynahe so groß wie LC, vermöge dessen, was erwiesen worden ist, so ist LCB=LBC (§. 107. *Geom.*) $=\frac{1}{2}$DLB. Es ist aber auch BLF$=\frac{1}{2}$DLB (§. 6.). Derowegen ist BLF=LBF, folglich LF=FB (§. 110. *Geom.*). Da nun LFC=2LBF (§. 101. *Geom.*) =2LCB; wie erwiesen worden; so ist beynahe LF$=\frac{1}{2}$LC$=\frac{1}{4}$ des Diameters; und dannenhero FM etwas kleiner, als der vierte Theil des Diameters. W. Z. E.

Der 1. Zusatz.

19. Darum kann man auch mit einer gläsernen Kugel brennen, wenn die Sonnenstrahlen darauf fallen, und die Sache in der Weite des vier-

ten

ten Theils von dem Diameter der Kugel hinter sie gehalten wird.

Die 1. Anmerkung.

20. Wenn ihr eine hohle Kugel mit Wasser füllet, so könnet ihr sie auch als ein Brennglas brauchen. Allein weil die Refraction in dem Wasser anderst, als in dem Glase geschiehet (§. 7.); so hat der Brennpunct eine andere Weite von der Kugel, als erwiesen worden ist.

Der 2. Zusatz.

21. Wenn die Sachen weit weg sind, so fallen die Strahlen, welche von einem Puncte ausfließen, beynahe parallel ein. Und dannenhero werden alle Strahlen, welche von einem Puncte herkommen, wieder in einem Puncte mit einander vereiniget. Solchergestalt bilden sie die Sache hinter der Kugel in der Weite des Brennpunctes ab.

Die 2. Anmerkung.

22. In der That ist auch der Brennpunct so wohl der Kugel, als anderer erhabenen Gläser nichts anders, als das Bild der Sonne. Derowegen, wenn man bey einer Sonnenfinsterniß mit einem Brennglase anzündet: so brennt sich das Bild der verfinsterten Sonne, wie ein nicht völlig erleuchteter Mond ab: welches auch mit den Brennspiegeln geschiehet. Es muß aber das Brennglas und der Brennspiegel groß seyn, womit die Strahlen in dem Brennpuncte einen nicht gar zu kleinen Circul erfüllen.

Die 2. Aufgabe.

23. Wenn ein Strahl GH in ein Glas EF, welches auf beyden Seiten erhaben ist, mit der Axe AN parallel einfällt, den Punct T zu finden, in welchem der gebrochene Strahl TK mit der Axe vereinigt wird. Tab. I. Fig. 5.

Auflösung.

Es müssen die halben Diameter CP und DO der beyden erhabenen Flächen EOF und EPF, imgleichen RH die Entfernung des Einfallspunctes H von der Axe AN, und die Dicke des Glases OP, gegeben werden.

1. In dem rechtwinklichten Triangel DRH könnet ihr aus den gegebenen Seiten RH und DH den Winkel RDH (§. 47. *Trigon.*) und die Seite DR (§. 44. *Trigon.*), oder gleichfalls die Seite DR (§. 172. *Geom.*) finden. Weil nun GI mit AN parallel ist, so ist RDH=DHI (§. 97. *Geom.*) =GHM (§. 61. *Geom.*). Demnach wisset ihr den Inclinationswinkel.
2. Wenn ihr DR von CD abziehet, so bleibt CR übrig, und ihr könnet in dem rechtwinklichten Triangel CRH, wie vorhin (§. 50. *Trigon.*), den Winkel RCH=CHG (§. 97. *Geom.*), und die Seite CH finden (§. 44. *Trigon.*).
3. Weil sich nun verhält, wie 3 zu 2, so der Sinus des Winkels DHI zu dem Sinui DHN (§. 5.); so könnet ihr den gebrochenen Winkel DHN finden, folglich auch den Refractionswinkel NHI (§. 19. *Opt.*).
4. Ziehet den Winkel CHG und NHI von 180 Graden ab, so bleibt der Winkel CHK übrig (§. 59. *Geom.*), und ihr könnet in dem Triangel CHK aus dem gegebenen Winkel H, und den Seiten CH und CK den Inclinationswinkel in dem Ausgange CKH=NKS (§. 61. *Geom.*), und den Winkel HCK finden (§. 47. *Trigon.*).
5. Ziehet abermal den Winkel HCK von HCD ab, so bleibt KCT übrig, und weil sich verhält, wie 2 zu 3, so der Sinus des Winkels NKS zu dem

Sinui

Sinui des Winkels TKN (§. 5.); so könnet ihr auch den Winkel TKN finden: folglich wisset ihr TKS.

6. Ziehet ferner von TKS den Winkel TCK ab; so bleibt der Winkel CTK übrig (§. 101. *Geom.*), und ihr könnet in dem Triangel CKT aus den beyden Winkeln und der Seite CK die Seite CT finden (§. 44. *Trigon.*).

7. Endlich, wenn ihr von CT den halben Diameter CP wegnehmet; so bekommet ihr PT. W.Z.F.

Der 1. Zusatz.

24. Wenn der Strahl unweit der Axe einfällt, und die Dicke des Glases PO in Ansehung des halben Diameters für nichts gehalten werden kann; so ist der Brennpunct T hinter dem Glase, welches auf beyden Seiten gleich viel erhaben ist, beynahe dem halben Diameter gleich. Fig. 5.

Der 2. Zusatz.

25. Derowegen sind auch die auf beyden Seiten erhabenen Gläser Brenngläser, nur daß sie nicht so weit brennen, wie die andern, welche auf einer Seite platt sind (§. 14. 15.).

Die 1. Anmerkung.

26. Ob nun gleich die von beyden Seiten erhabenen Brenngläser nicht so weit wie die andern brennen, welche nur von der einen Seite erhaben sind; so werden doch jene diesen vorgezogen, weil sie die Strahlen in einen engern Raum zusammen bringen, und daher stärker brennen, als die andern. Niemand hat größere Brenngläser verfertiget, als der Herr von Tschirnhausen: wie selbige in den Leipziger Actis 1697 p. 414. seqq. beschrieben werden. Denn er hat durch diese Gläser das nasse Holz in einem Augenblicke angezündet, das Wasser in einem kleinen Gefässe siedend gemacht, Bley geschmolzen, eiserne Platten durchlöchert, Ziegel und Steine in Glas verwandelt, Schwefel,

Pech und andere dergleichen Dinge unter dem Wasser geschmolzen, Holz unter dem Wasser zu Kohlen gebrannt, und andere dergleichen wunderbare Wirkungen mehr gethan. Es ist aber wohl zu merken, daß er hinter dem großen Glase noch ein kleines Collectivglas gesetzet hat, in der Weite, daß er die von dem großen durch die Refraction schon auf einen kleinern Raum zusammen gebrachten Strahlen alle fassen können: wodurch die Strahlen geschwinder, als sonst geschehen wäre, vereiniget und auf einen viel engern Raum zusammen gebracht worden sind.

Die 2. Anmerkung.

27. Ich könnte fortgehen, und entweder aus der Keplerischen Proportion der Winkel erweisen, nach was für Gesetzen die Strahlen gebrochen werden, wenn sie nicht parallel mit der Axe einfallen, sondern vielmehr immer weiter davon abweichen, je weiter sie fortgehen: oder auch zeigen, wie man aus der wahren Proportion der Sinuum den Punct durch trigonometrische Rechnung finden könne, worinnen in gedachtem Falle der Strahl mit der Axe vereiniget wird. Allein, weil ich befürchte, es dürfte diese Arbeit den Anfängern unangenehm fallen; so will ich die übrigen Eigenschaften der optischen Gläser bloß durch die Erfahrung ausmachen, und nur noch dieses erinnern, daß ein Anfänger sich begnügen kann, wenn er nach der Keplerischen Proportion die Figur zeichnet, und sich dadurch die besondere Art der Strahlenbrechung in jedem Glase bekannt macht. Welche aber Lust haben, die Gesetze der Refraction in allen Fällen genauer zu erkennen, denen wird in der Algebra ein Genügen geschehen.

Der 4. Lehrsatz.

28. Die Strahlen des Lichts mögen von einem Puncte einer Sache in ein Glas, welches entweder auf einer Seite platt, auf der andern aber erhaben, oder auf beyden Seiten erhaben ist, einfallen, wie sie wollen; so werden sie alle wieder in einem Puncte mit einander vereiniget, wiewohl die Strahlen, welche aus einander fahren, etwas weiter hinter dem Glase,

als die Parallelstrahlen, und zwar mehr oder weniger, nachdem die Sachen mehr oder weniger nahe sind.

Beweis.

Die Strahlen, welche in dem Durchgange durch ein sphärisches Glas gebrochen worden sind, bilden die Sache hinter dem Glase ab (§. 37. *Opt.*): Derowegen müssen sie von der Wand, auf welcher die Sache abgebildet wird, auf eben solche Art zurück geworfen werden, als sie von der Sache selbst ausfliessen. Dieses aber kann nicht geschehen, als wenn die Strahlen, welche aus einem Puncte ausfliessen, wieder in einem Puncte mit einander vereiniget werden. Solchergestalt ist klar, daß die Strahlen des Lichts, welche von einem Puncte einer Sache auf ein sphärisches Glas einfallen, wieder durch die Refraction in einem Puncte mit einander vereiniget werden: welches das erstere war.

Es ist aber das Bild weiter hinter dem Glase, als der Brennpunct, und zwar mehr oder weniger, nachdem die Sachen mehr oder weniger nahe sind (§. 37. *Opt.*). Da nun die Strahlen in dem Orte der Abbildung mit einander vereiniget werden, wie erwiesen worden ist, und die Strahlen, welche von einem Puncte einer nicht allzuweit entlegenen Sache kommen, aus einander fahren: so geschiehet ihre Vereinigung erst hinter dem Brennpuncte, und weiter hinter demselben, wenn die Sache sehr nahe, als wenn sie etwas weiter weg ist: welches das andere war.

Der 1. Zusatz.

29. Da nun die Parallelstrahlen wenn, das Glas auf einer Seite platt, auf der andern erhaben

ben ist, in der Weite des Diameters der erhabenen Fläche sich vereinigen (§. 14.); so müssen die Strahlen, welche immer weiter von einander fahren, je weiter sie fortgehen, in diesem Falle den Punct ihrer Vereinigung, oder den Ort des Bildes etwas weiter weg haben, als der Diameter ihrer erhabenen Fläche ist.

Der 2. Zusatz.

30. Wiederum, da die Parallelstrahlen, wenn das Glas auf beyden Seiten erhaben ist, in der Weite des halben Diameters ihrer erhabenen Fläche zusammen stossen (§. 24.); so müssen die Strahlen, welche aus einanderfahren, indem sie fortgehen, in solchem Falle den Ort des Bildes etwas weiter weg haben, als der halbe Diameter ihrer erhabenen Fläche ist.

Der 3. Zusatz.

31. Eben so ist klar, daß das Bild hinter einer Kugel etwas weiter weg sey, als der vierte Theil ihres Diametri.

Der 5 Lehrsatz.

32. Wenn ein Strahl des Lichts in ein Glas, welches entweder auf einer oder auf beyden Seiten hohl ist, mit der Axe parallel einfällt, so werden die Strahlen von ihr weggebrochen, und weichen nach der Refraction immer mehr von ihr ab, je weiter sie fortgehen.

Beweis.

Tab. II. Fig. 6. Weil der Strahl FG auf DE perpendicularfällt, so gehet er bis in H ungebrochen durch das Glas (§. 5.): in H aber wird er von dem Perpendicul

CE gebrochen (§. 4.), und also aus HI in HK: welches das erstere war.

Wenn das Glas auf beyden Seiten hohl ist, so wird der Strahl LN in dem Eingange in N gegen den Perpendicul IS (§. 3.), und also von der Axe AB aus NM in NQ; in dem Ausgange in O von dem Perpendicul KP (§. 4.), und also aus QO in OR abermals von der Axe AB weggebrochen. Derowegen muß er immer weiter von ihr weggehen; je weiter er fortgehet: welches das andere war. Tab. II. Fig. 7.

Die 1. Anmerkung.

33. Es ist aus dem Beweise klar, daß der Strahl von der Axe weggebrochen werde, auch wenn er aus A in das Glas gezogen wird, und also schon vor der Refraction von ihr immer weiter abweichet, je weiter er fortgehet. Derowegen muß er noch mehr von ihr abweichen, nach der Refraction, als vor derselben.

Zusatz.

34. Dannenhero wird das Sonnenlicht durch die Refraction in hohlen Gläsern geschwächt, und sie können also keine Brenngläser abgeben; auch die Sachen in einem verfinsterten Gemache nicht abbilden, wie die erhabenen Gläser.

Die 2. Anmerkung.

35. Ihr könnet auch durch die Erfahrung lernen, daß die Hohlgläser die Strahlen zerstreuen. Denn, wenn ihr die Sonnenstrahlen damit auffanget; so wird der helle Circul hinter dem Glase um so viel größer seyn, je weiter ihr hinter demselben ein weisses Papier haltet. Und werdet ihr finden, daß die Hohlgläser desto mehr die Strahlen zerstreuen, je kleiner ihr Diameter ist. Es ist aber zu merken, daß die Hohlgläser einen Zerstreuungspunct vor dem Glase haben, und zwar auf einer Seite platt, auf der andern hohl sind, in der Weite des Diametri; die von beyden Seiten gleich hohl sind, in der Weite des halben

Diame-

Diametri der Höhlung: welches die Anfänger finden können, wenn sie die Figur nach der Kepleriſchen Proportion richtig aufzeichnen: und den gebrochenen Strahl vor sich verlängern, bis er die Axe durchſchneidet. Den Beweis findet man in meinen Elem. Dioptricae.

Der 6. Lehrſatz.

Tab. II Fig. 8. 36. **Wenn das Auge zwiſchen einem erhabenen Glaſe AB, und dem Brennpuncte F, oder auch in dem Brennpuncte F iſt; ſo ſiehet es durch daſſelbe die Sachen ſelbſt, aber größer, als ſie ſind.**

Beweis.

Denn, wenn das Auge zwiſchen dem Glaſe AB, und dem Orte des Bildes F iſt, ſo ſehet ihr den Punct C in der Linie FC, weil CF ungebrochen durchgehet, als die Axe, welche auf beyde erhabene Flächen perpendicular fällt (§. 5.). Den Punct D ſehet ihr vermittelſt des gebrochenen Strahls FB in der Linie dF durch das Glas (§. 98. *Opt.*). Derowegen ſehet ihr CD unter dem Winkel CFd, da ihr ſonſt CD ohne das Glas unter dem Winkel CFD ſehen würdet. Da nun der Winkel CFd gröſſer iſt, als CFD: ſo müſſen die Sachen durch das Glas größer ſcheinen, als ſie mit bloßem Auge geſehen werden (§. 77. *Optic.*). Und da der Strahl von dem Puncte D zur Rechten in das Auge fällt, gleich als wenn das Glas nicht da wäre; ſo müſſet ihr auch die Sache recht und nicht verkehrt ſehen. W. Z. E.

Der 1. Zuſatz.

37. Je näher der Punct F hinter dem Glaſe iſt, je gröſſer wird der Winkel CFd, und je gröſſer erſcheinet CD durch das Glas. Da nun der Punct F immer näher dem Glaſe kommt; je mehr der hal-

be Diameter der erhabenen Fläche abnimmt; so vergrössern auch die Gläser mehr, wenn sie von einer kleinen Kugel, als wenn sie von einer großen sind.

Der 2. Zusatz.

38. Derowegen braucht man zu den Vergrösserungsgläsern die kleinsten sphärischen Gläser, welche man haben kann: ja so kleine Küglein, welche kaum die Grösse eines Hirsekörnleins haben.

Die 1. Anmerkung.

39. Die ganz kleinen werden augenblicklich aus kleinen Haarröhrlein unten an der blauen Flamme eines Weinstocks, oder auch aus einem Stück Glase in dem Brennpuncte eines großen Brennglases geschmolzen.

Der 3. Zusatz.

40. Imgleichen ist klar, daß die Gläser, welche auf beyden Seiten erhaben sind, mehr vergrössern, als die nur auf einer Seite erhaben sind: unerachtet diese ein grösseres Bild auf dem Papiere formiren, als jene.

Die 2. Anmerkung.

41. Wenn ihr das Auge hinter F haltet, so fallen die Strahlen verkehrt hinein, und daher ist es nicht Wunder daß auch die Sachen verkehrt gesehen werden.

Der 7. Lehrsatz.

42. **Durch ein hohles Glas erscheinen die Sachen recht, nicht verkehrt, aber viel kleiner, als sie sind.**

Beweis.

Es sey das Auge in F, und sehe ohne Glas AB unter dem Winkel AFB. Weil durch die Refraction in hohlen Gläsern die Strahlen weiter aus einan- Tab. II. Fig. 9.

einander gebracht werden, so kann der Strahl BD nicht mehr in F kommen, sondern ein anderer BE, durch welchen der Punct B von dem Auge in G gesehen würde. Und also sehet ihr B in b, A aber in A, weil der perpendicularstrahl CF nicht gebrochen wird (§. 5.): folglich AB unter dem Winkel AFb. Da nun dieser kleiner ist als AFB; so muß auch AB durch das Glas kleiner aussehen, als mit bloßen Augen (§. 77. *Optic.*): welches das erstere war.

Weil aber die Strahlen, welche in einem Hohlglase gebrochen werden, kein Bild formiren (§. 34.); so sehet ihr durch dasselbe die Sache selbst, und dannenhero nicht verkehrt sondern recht: welches das andere war.

Anmerkung.

43. Je größer von einer kleinern Kugel die Höhle des Glases ist; je mehr werden die Sachen verkleinert. Und läßt es angenehm, wenn man das eine Auge offen hat, mit dem andern aber durch ein Hohlglas siehet: denn so siehet man jede Sache zweymal, einmal groß, das anderemal klein, z. E. neben einem Manne stehet ein Knabe, welcher ihm in allem vollkommen ähnlich ist.

Die 4. Erklärung.

44. Ein Fernglas (Tubus) wird genennet ein optisches Instrument, durch welches man in der Ferne gelegene Sachen deutlich sehen kann.

Anmerkung.

45. Es gedenket *Johannes Baptista Porta*, ein Neapolitaner, in seiner Magia naturali (welche er 1589 herausgegeben hat) lib. 17. c. 10. der Ferngläser, denn er schreibt davon also: Si utramque (lentem concavam & convexam) recte componere noveris, & longinqua & proxima majora & clara videbis. Allein, sie sind doch erst

eine gute Zeit hernach in Holland gemacht worden. Einige schreiben die erste Erfindung einem Brillenmacher zu Middelburg in Seeland, Johann Lippersheim; noch andere dem *Jacobo Metio*, einem Brillenmacher in Holland, des berühmten Professoris Matheseos zu Franecker, Adrian *Metii* Bruder; noch andere dem *Gallilæo* zu: wiewohl der letztere in seinem Nuncio sidereo selbst gestehet, er sey durch den Ruf darauf gebracht worden, daß ein Deutscher ein Instrument erfunden hätte, da man durch einige Gläser die weiten Sachen so gut, als wenn sie nahe wären, sehen könnte. *Petrus Borellus* in seinem Buche de vero Telescopii inventore c. 12. meinet, es sey ein anderer Brillenmacher zu Middelburg, Zacharias Johnson, A. 1500 zuerst von ungefähr darauf gekommen. Lipersheim hätte es durch Versuchen nachgemacht und *Metium* gelehret. *Gallilæus* und in unserm Deutschlande *Simon Marius* haben die Ferngläser zuerst zur Betrachtung des Himmels gebraucht: daher ist es auch gekommen, daß man die erste Art der Ferngläser die Gallilääanischen Ferngläser zu nennen pflegt, wiewohl sie auch viele die Holländischen heissen, weil sie daselbst zuerst häufig gemacht worden sind.

Die 5. Erklärung.

46. **Das Glas, welches gegen die Sache gekehrt wird, nennet man das Objectivglas, die andern aber, welche gegen das Auge stehen, die Augengläser.**

Die 3. Aufgabe.

47. **Ein Gallilääanisches oder Holländisches Fernglas zu machen.**

Auflösung.

1. Um eine hölzerne Welle, derer Diameter der Breite des Objectivglases beynahe gleichet, leget ein schwarz gefärbtes Papier, und kleistert es zusammen, damit es eine Röhre wird. Darüber kleistert noch viel anderes Papier, nachdem die Röhre dicke seyn soll, und oben überziehet

sie mit türkischem Papiere. Wenn die eine Röhre trocken ist; so machet über diese noch eine andere, auf die vorige Weise: und über die andere noch eine dritte u. s. w. bis die Röhre zu dem Fernglase lang genug wird, wenn man die Stücke aus einander ziehet. Ihr könnet auch die Stücke der Röhre aus Blech machen, wenn eins über dem andern zusammen gelöthet wird: oder auch anstatt des mittlern Papiers, welches über das schwarze gekleistert wird, hölzerne Späne nehmen, und es oben, anstatt des türkischen Papiers, mit Pergament überziehen.

2. Wenn die Röhre auf die erstere und dritte Art ist gemacht worden; so lasset von dem Drechsler für jede eine Einfassung drehen, damit die kleinen Röhren niemals ganz in die weiten fahren, und ihr Verdruß davon habt, wenn ihr die Röhre des Fernglases ausziehen wollet.

3. An das eine Ende der Röhre schraubet das in Holz eingefaßte Objectivglas ein in die daselbst eingeleimte Schraubenmutter: welches ein Stück von einer großen Kugel, und entweder an einer, oder auf beyden Seiten erhaben seyn soll, und dannenhero das Bild weit hinter sich wirft (§. 14. 24.).

4. An das andere Ende der Röhre schraubet auf gleiche Weise das Augenglas ein, welches auf einer Seite platt, auf der andern hohl ist, und zwar die Höhlung nach einer kleinen Kugelfläche hat.

Wenn ihr die Röhre so aus einander ziehet, daß das Augenglas noch vor dem Bilde des Objectivglases in der Weite des Zerstreuungspuncts zu stehen kommt; so werdet ihr weit entlegene Sachen dadurch in der Nähe und im Diameter, oder

der Länge in der Verhältniß der Weite des Zerstreuungspunctes zu der Weite des Brennpunctes vergrößert sehen können: welches man verlangte.

Beweis.

Einen vollständigen Beweis findet man in meinen Element. Dioptr. §. 330. Er ist aber schwerer, als daß ihn Anfänger fassen können, zumal, da alle hierzu nöthigen Gründe im Vorhergehenden sich nicht haben erweisen lassen.

Der 1. Zusatz.

48. Weil die Weite des Brennpunctes in einem von einer Seite erhabenen Glase in der Größe des Diametri, in einem beyderseits erhabenen Glase in der Größe des halben Diametri ist (§. 14. 24.); die Weite des Zerstreuungspunctes in einem von einer Seite hohlen Glase gleichfalls in der Größe des Diametri, in einem beyderseits hohlen Glase in der Weite des halben Diametri der Höhlung ist (§. 35.); so kann man in jedem Falle leicht ausrechnen, wie viel ein solches Fernglas vergrößert.

Die 1. Anmerkung.

49. *Dechales* (Dioptr. lib. 2. prop 45. f. 711 Tom. 3. Mund. Math.) merket an, es sey für gut befunden worden, daß, wenn das Objectivglas den Brennpunct in der Weite von 6 Zollen hat, das Augenglas auf einer Seite platt, auf der andern hohl sey, und eine Linie über einen Zoll im Diameter habe. Doch hält er für besser, wenn das Augenglas auf beyden Seiten hohl ist, und im Diameter $1\frac{1}{2}$ Zoll hat. Da nun der Zoll 12 Linien hat; so dividiret in dem erstern Falle 72 durch 13, in dem andern durch 9: die Quotienten $5\frac{7}{13}$ und 8 zeigen an, daß das Fernglas in dem andern Falle achtmal, in dem ersten aber etwas über fünf und ein halb mal die Sachen vergrößert. *Hevelius* (in Prolegom. Selenogr. c. 2. f. 12.) lobet folgende Proportion.

Diameter des	
Objectivglases auf beyden Seiten erhaben.	Augenglases auf beyden Seiten hohl.
4 Schuhe.	$4\frac{1}{2}$ Zoll.
5	$5\frac{1}{2}$
8	$5\frac{1}{2}$
10	$5\frac{1}{2}$
12	$5\frac{1}{2}$

Es vergrößert also das erstere die Sachen $10\frac{2}{3}$ mal, das andere fast 11 mal, das dritte $17\frac{1}{2}$ mal, das vierte beynahe 22 mal, das fünfte etwas über 26 mal. Das letztere rühmet er vor andern f. 13. wenn man ein gutes Fernglas zu Betrachtung des Himmels haben will: allein, nach dem Zustande seiner Zeiten, da man das astronomische Fernglas noch nicht zu solcher Vollkommenheit gebracht hatte, wie wir es heut zu Tage haben.

Der 2. Zusatz.

50. Wenn man die Weite des Zerstreuungspunctes von der Weite des Brennpunctes abziehet; so bleibt die Länge des Fernglases übrig.

Die 2 Anmerkung.

51. Also findet man die Länge von dem erstern Fernglase des *Dechales* 4″ 11‴, das ist, beynahe 5″; von dem andern aber 5″ 3‴.

Die 3. Anmerkung.

52. Weil die Strahlen von den Hohlgläsern aus einander gestreuet werden; so kann man einen größern Theil mit dem Auge fassen, wenn man nahe ist, als wenn man weit davon weg ist. Derowegen muß man in diesen Ferngläsern das Auge nahe an das Augenglas halten. Wenn aber dieselben die Sache sehr vergrößern, so kann man ganz einen geringern Theil von ihr auf einmal sehen; auch siehet sie ganz dunkel aus. Derowegen werden diese Ferngläser heut zu Tage in der Astronomie nicht mehr gebraucht,

und macht man sie daher nicht länger, als 4 bis 6 Zolle: in welchem Falle *Hugenius* die Weite des Zerstreuungspunctes zu der Weite des Brennpunctes zuläßt, wie 1 zu 2, oder höchstens wie 1 zu 4.

Die 4. Anmerkung.

53. Unerachtet diese Ferngläser die Sache nicht allein deutlich, groß und aufgerichtet vorstellen: so hat man doch zu astronomischen Betrachtungen des Himmels andere verfertiget, weil man, wie erst (§. 52.) ist erinnert worden, zuwenig auf einmal dadurch sehen kann.

Die 4. Aufgabe.

54. **Ein astronomisches Fernglas zu machen.**

Auflösung.

1. Machet eine Röhre, welche ihr aus einander ziehen könnet, wie in der vorhergehenden Aufgabe (§. 47.).
2. Setzet darein ein Objectivglas, welches entweder auf beyden Seiten erhaben, oder nur auf einer erhaben, auf der andern platt ist, und einen großen Diameter hat.
3. An das andere Ende der Röhre befestiget ein Augenglas, welches von einer kleinen Kugel, und zwar auf beyden Seiten erhaben ist, dergestalt, daß der Brennpunct beyder Gläser in einem Orte bey einander ist.

Wenn ihr die Röhre so ausziehet, daß die Brennpuncte beyder Gläser zusammen stoßen; so werdet ihr die Sache groß, nahe und verkehrt sehen, und zwar wird es vergrößert in der Verhältniß der Weite des Brennpunctes von dem Augenglase zu seiner Weite von dem Objectivglase.

Beweis.

Weil die Strahlen von weit entlegenen Sachen parallel einfallen, so bildet sich in dem Brennpuncte des Augenglases die Sache ab (§. 29. 30.). Da ihr nun durch das Augenglas dieses Bild sehet; so muß euch die Sache verkehrt erscheinen, und nicht weiter von dem Auge, als der Brennpunct des Augenglases ist, das ist, in der Weite seines halben Diameters. Und also sehet ihr die Sache nahe und verkehrt. Warum aber die Vergrößerung auf besagte Maße geschiehet, habe ich in meinen Elem. Dioptr. §. 348. erwiesen. Und fällt der Beweis Anfängern zu schwer zu fassen.

Die 1. Anmerkung.

55. Man kann auch zwey Augengläser nehmen: allein weil die Gläser nicht alle Strahlen durchlassen, indem sie einen guten Theil derselben reflectiren; so machen viele Gläser die Sache dunkel.

Der 1. Zusatz.

56. Weil ein größeres Bild in einer geringern Weite formiret wird, wenn hinter einem erhabenen Glase ein Hohlglas gesetzt wird; so könnet ihr, wenn das Objectivglas von einer nicht allzugroßen Kugel ist, ein auf beyden Seiten hohles Glas in die Röhre zwischen das Objectiv- und Augenglas setzen, und aus dreyen Gläsern das Fernglas machen, welches so viel thun wird, als ein anderes, in welchem das Objectivglas von einer viel größern Kugel ist.

Die 2. Anmerkung.

57. Die Hohlgläser pflegen die Strahlen sehr zu zerstreuen, sonderlich wenn ihr Diameter klein ist. Derowegen

gen geschiehet es gar leicht, daß man durch dergleichen Fernglas, als erst beschrieben worden ist, die Sachen nicht hell und deutlich genug sehen kann. Und habt ihr die Hohlgläser, welche einen allzukleinen Diameter haben, zu vermeiden.

Die 3. Anmerkung.

58. Es muß auch in dem astronomischen Fernglase eine genaue Proportion zwischen dem Objectiv- und Augenglase gehalten werden. *Dechales* (Dioptr. lib. 2. prop. 21. f. 699. Tom. 3. Mund. Math.) erinnert, er habe für gut befunden, wenn ein Objectivglas von $2\frac{1}{4}$ Schuhen ein Augenglas von $1\frac{1}{2}$ Zollen; ein Objectivglas von 8 Schuhen, ein Augenglas von 4 Zollen; ein Objectivglas aber von 10 Schuhen, ein Augenglas von $4\frac{1}{2}$ Zollen habe. In dem ersten Falle ist der Diameter des Objectivglases zu dem Diameter des Augenglases, wie 18 zu 1; in dem andern, wie 24 zu 1; in dem dritten wie 240 zu 9, oder beynahe 27 zu 1. *Hugenius* hat durch ein Fernglas, dessen Objectivglas von 12 Schuhen, das Augenglas aber von 3 Zollen war, die wahre Gestalt des Saturni zuerst entdecket. Dazu hat er nach diesem ein anders gebraucht, in welchem das Objectivglas von 23 Schuhen, und zwey Augengläser von $1\frac{1}{2}$ Zollen hart auf einander geleget gewesen sind. Vid. System. Saturnin. p. 3. 4. Auch hat er wahrgenommen, daß, wenn der Diameter des Objectivglases 3 Schuhe hält, der Diameter des Augenglases $3\frac{3}{10}$ Zolle oder 330 Hundert Theile eines Zolles haben müsse. Er giebt aber in seiner Dioptrica (prop. 46. p. 10. Opusc. posthum.) folgende Regel an, nach welcher ihr den Diameter des Augenglases jederzeit finden könnet, wenn euch der Diameter des Objectivglases gegeben wird. Multipliciret nämlich die Schuhe, welche die Länge des Objectivglases andeuten, durch 3000: aus dem Producte ziehet die Quadratwurzel (§. 97. *Arithm.*). Dividiret sie durch 10, und addiret zu ihr den Quotienten, so zeigt die Summe die Länge des Diameters von dem Augenglase in hundert Theilen an. Es sey z. E. der Diameter des Objectivglases 10 Rheinländische Schuhe.

```
3000         12 | 7
  10       2 61 | 81
-----     3|00  | 00} 173{  17
30000        27 | 43} 110{ 173
              3              ---
                             190 Diameter des Au-
                                 genglases.
```

Der 2. Zusatz.

59. Weil ihr die Weite des Brennpunctes von einem erhabenen Glase in jedem Falle wisset (§. 14. 24.); so könnet ihr auch finden, wie viel ein jedes Fernglas vergrößere, wenn ihr die Weite des Brennpunctes von dem Objectivglase durch die Weite desselben von dem Augenglase dividiret.

Die 4. Anmerkung.

60. Z. E. In dem ersten Fernglase des *Hugenii* ist die Weite des Brennpunctes von dem Objectivglase 144, von dem Augenglase 3 Zolle. Also vergrößert es die Sachen 48 mal im Diameter, oder nach seiner Abmessung.

Der 3. Zusatz.

61. Wenn ihr die Weite des Brennpunctes von dem Augenglase zu der Weite desselben von dem Objectivglase addiret; so bleibt die Länge des Fernglases übrig.

Die 5. Anmerkung.

62. Addiret in dem Hugenischen Fernglase 3 Zolle zu 144, so ist die Länge 147 Zolle, das ist, 12 Schuhe und 3 Zolle. Weil die Weite des Brennpunctes von dem Augenglase in Ansehung der von dem Objectivglase ein weniges austrägt; so nimmt man insgemein die Länge des Fernglases der letztern ganz gleich, als der Hugenischen von 12 Schuhen.

Die 6. Anmerkung.

63. *Hevelius* (in Prolegom. Selenograph. f 16.) verwirft nicht ohne Grund die Röhren, welche aus Papiere zusammen gekleistert werden. Denn, im feuchten Wetter ziehen sie die Feuchtigkeit an sich, im trocknen schwinden sie. Daher laßen sie sich in jenem nicht wohl ausziehen; in diesem stecken die verschiedenen Züge nicht fest genug in einander. Dadurch aber wird zugleich gehindert, welches das meiste ist, daß die Gläser einander parallel bleiben, und werden daher die Sachen nicht genau genug abgebildet. Da nun in großen Ferngläsern die Röhren aus Bleche zu schwer sind; so ziehet *Hevelius* die aus festem und trockenem Holze allen andern vor.

Die 7. Anmerkung.

64. Wenn die Röhre nicht über 10 Schuhe hält, so kann die Röhre in eine Rinne mit einer Kugel gelegt, und, wie das geometrische Meßtischlein, in das Stativ eingesetzt werden, damit ihr das Fernglas, nach erforderten Umständen, mit der Hand erhöhen und niederdrucken könnet. Allein die Ferngläser, welche mehrere Schuhe lang sind, lassen sich auf solche Art nicht wohl regieren. Ein Gestelle für Ferngläser von 15, 20 bis 25 Schuhen stelle ich in meinen Elem. Dioptr. §. 371. vor. *Hevelius* (Machin. Cœleſt. part. 1. c. 19. f. 387. & ſeqq.) hat sich viel Mühe gegeben, zu zeigen, wie man so lange Ferngläser bequem regieren soll. Absonderlich beschreibt er ein Gestelle für die Ferngläser von 60, 70 bis 140 Schuhen (c. 20. & 21. f. 391. & ſeqq.). Ihr werdet aber finden, daß Hevels Anschläge kostbar und mühsam auszuführen sind. Derowegen hat *Hugenius* sehr wohl gethan, daß er uns von allen diesen weitläuftigen und gar zu kostbahren Gerüsten befreyet hat, als er in seiner Aſtroſcopia Compendiaria Tubi Optici molimine liberata (Hagæ Comitum 1648. in 4.) gezeiget, wie man die Röhren von den Ferngläsern wegschaffen könne, ohne daß bey nächtlicher Weile (denn man braucht bloß lange Ferngläser zur Betrachtung der Sterne) der Einfall fremdes Lichts hinderlich falle. Ihr findet die ganze Kunst auch in den Leipziger Actis A. 1684. d. 583. & ſeqq. und in meinen Elem. Dioptr. §. 383. umständlich beschrieben.

Die 5. Aufgabe.

65. **Ein Fernglas zu machen, welches die Sachen aufgerichtet vorstellt, wie sie sind.**

Auflösung.

1. Bereitet eine Röhre, wie in der 3. Aufgabe (§. 47.).
2. Setzet darein ein Objectivglas, welches entweder auf beyden, oder nur auf einer Seite erhaben, und auf der anderen platt ist, und einen großen Diameter hat.
3. Setzet ferner darein drey Augengläser in der Weite ihrer Brennpuncte von einander: welche alle beyderseits gleichviel erhaben sind, und einen kleinen Diameter haben.

So ist geschehen, was man verlangte.

Beweis.

Weil das Bild des Objectivglases in dem Brennpuncte des ersten Augenglases stehet: so sind die Strahlen nach der Refraction in ihm parallel (§. 16.), und formiren in dem Brennpuncte des andern Augenglases ein Bild, welches recht stehet. Da nun das dritte Augenglas zu diesem Bilde gesetzt wird, wie in dem astronomischen Fernglase das Augenglas zu dem Bilde des Objectivglases; so müsset ihr hier, wie dorten, das in seinem Brennpuncte stehende Bild sehen. Solchergestalt sehet ihr die Sachen aufgerichtet, und so nahe bey euch, als der Brennpunct des letzten Augenglases von eurem Auge weg ist. W. Z. E.

Die 1. Anmerkung.

66. Man nimmt drey Augengläser zu dergleichen Fernglase, damit man viel auf einmal sehen kann, welches

ches aber in dem astronomischen, sonderlich aber in dem Galliläänischen Fernglase nicht geschiehet. Zwar kann man auch durch zwey Augengläser dieses erhalten, daß also zu dem ganzen Fernglase nur drey Gläser kommen; allein die Sachen bekommen Farben, und um den Rand der Eröffnung des Fernglases werden die geraden Linien in krumme verwandelt. Einige nehmen vier und mehrere Augengläser dazu: dadurch aber müssen die Sachen sehr dunkel werden, indem, wegen der Reflexion in dem Durchgange durch jedes Glas, die Zahl der Strahlen verringert wird. Derowegen ist unter allen Ferngläsern, welche man auf der Erde brauchen kann, keines besser, als welches drey Augengläser hat, wenn man nicht einen Spiegel mit zu Hülfe nehmen will; wovon bald ein mehreres.

Die 2. Anmerkung.

67. *Dechales* (Dioptr. lib. 2. prop. 24. cor. 1. f. 702. Tom. 3. Mund. Mathem.) hält für gut, daß, wenn der Brennpunct des Objectivglases $2\frac{1}{4}$ Schuhe von ihr weg ist, der halbe Diameter von jedem Augenglase beynahe zwey Zolle sey.

Die 3. Anmerkung.

68. Wenn ihr das Fernglas mit 4 Gläsern stellen wollet; so nehmet anfangs die Theile der Röhre, in welchen das Objectiv- und erste Augenglas ist, und ziehet sie so weit aus einander, bis ihr die Sache, auf welche ihr das Fernglas gerichtet habt, deutlich sehen könnet. Eben dieses thut mit dem andern Theile, in welchem die beyden Augengläser zu finden sind. Endlich stecket beyde Theile der Röhre wieder in einander, und verschiebet die engere in der weiteren so lange, bis ihr die Sache abermals deutlich sehen könnet. Man sucht lieber auf solche Weise die Ferngläser zu stellen, als nach der gegebenen Regel in der Auflösung; weil nicht allein nach verschiedener Weite der Sachen, nach welchen man siehet, sondern auch nach Beschaffenheit des Auges, welches durchsiehet, die Gläser ihre Weite von einander etwas verändern müssen. Hieraus sehet ihr zugleich, warum die Ferngläser Röhren haben, welche man aus einander ziehen kann: welches sonst auch dazu dienet, daß man sie in einen kleinen Raum bringen kann, wenn man will, oder es nöthig hat.

Zu-

Zusatz.

69. Wenn ihr die zwey mittleren Augengläser wegnehmet; so bekommt ihr ein astronomisches Fernglas.

Die 4. Anmerkung.

70. Doch kann man in einem astronomischen Fernglase ein Augenglas von einer etwas kleinern Kugel nehmen, und dadurch die Sache noch mehr vergrößern (§. 59.).

Die 6. Aufgabe.

71. Ein anderes Fernglas zu machen, welches alles, was dadurch gesehen wird, recht vorstellet.

Auflösung.

1. Machet ein astronomisches Fernglas (§. 54.).
2. Poliret einen platten stählernen Spiegel (§. 39. *Catoptr.*), dessen Peripherie elliptisch oder oval ist, in der Länge eines Zolles, und schliesset ihn dergestalt in die Röhre hinter dem Augenglase ein, daß die Axe des Fernglases mit ihm einen Winkel von 45° macht.

So werdet ihr in dem Spiegel die Sache von eben der Größe sehen, als sie sonst durch das Fernglas zu erscheinen pflegt (§. 14. *Catoptr.*).

Anmerkung.

72. *Hugenius* (Dioptr. prop. 52. p. 189.) hält dieses Fernglas für besser, als das, welches aus 4 Gläsern zusammen gesetzt worden ist. Man braucht aber lieber einen stählernen, als einen gläsernen Spiegel, weil die gläsernen die Strahlen doppelt reflectiren. Doch muß der stählerne recht helle polirt seyn. Am besten würden die wahren stählernen Spiegel dazu dienen, derer in den Actis Erud. A. 1714. p. 204. gedacht wird, wenn die Kunst, selbige zu poliren, gemein würde.

Die

Die 7. Aufgabe.

73. Wie viel ein Fernglas die Sachen vergrössere, zu erforschen.

Auflösung.

1. Theilet einen hölzernen Stab in gleiche Theile, streichet ihn mit einer hellen Farbe an, und setzet ihn etwa 100 Schritte von euch, damit ihr ihn noch mit bloßen Augen deutlich sehen könnet.
2. Mit dem einem Auge sehet nach diesem Stabe durch das Fernglas, mit dem andern aber bloß; rücket aber das Fernglas so lange, bis die Ende der beyden Erscheinungen zusammen treffen.

So werdet ihr sehen, wie viel Theilen des Bildes, welches durch das Fernglas erscheinet, der ganze Stab gleich ist, und folglich wissen, wieviel euer Fernglas im Diameter die Sachen vergrössert.

Ihr könnet auch an statt des eingetheilten Stabes eine Reihe Ziegel auf den Dächern annehmen, und zusehen, wieviel Ziegel durch das Fernglas so groß, als die ganze Reihe aussehen.

Die 1. Anmerkung.

74. Es sey z. E. der Stab in 60 Theile eingetheilet, und durch das Fernglas sehet ihr 3 Theile so groß als den ganzen Stab, so vermehret es den Diameter zwanzigfach, und also die Fläche vierhundertfach, den Körper achttausendfach.

Der 1. Zusatz.

75. Weil die Circul sich verhalten, wie die Quadrate, und die Kugeln, wie die Cubi ihrer Diametrorum (§. 165. 241. *Geom.*); so könnet ihr ferner leicht finden, wie vielmal die Fläche, imgleichen wie vielmal der Körper selbst vergrössert werde.

Die 2. Anmerkung.

76. Durch diese Aufgabe werdet ihr befestiget finden, was oben (§. 47. 54.) von Vergrösserung der Sachen, welche durch ein Fernglas gesehen werden, ist angenommen worden, daß sie nämlich geschehe in der Verhältniß, welche die Weite des Brenn- oder Zerstreuungspunctes von dem Augenglase zu der Weite des Brennpunctes von dem Objectivglase hat.

Der 2. Zusatz.

77. Also vergrössern zwey Ferngläser gleich viel, wenn die Objectivgläser zu den Augengläsern einerley Verhältniß haben.

Die 3. Anmerkung.

78. Ihr solltet meinen, daß, weil die Vergrösserung einig und allein von der Proportion des Objectivglases zu dem Augenglase herrühret, zwischen kleinen Gläsern aber eben die Proportion seyn kann, welche man zwischen grossen hat, alle die Mühe vergebens sey, welche man auf grosse Objectivgläser wendet, zumal, da die Ferngläser dadurch übermäßig lang werden, und im Gebrauche viel Verdruß machen. Allein, es dienet zur Nachricht, daß ihr nicht wohl zwischen kleinen Gläsern eben die Verhältniße in Acht nehmen könnet, welche sich in großen anbringen lassen, wenn in beyden Fällen die Sache helle und ohne Farben erscheinen soll. Z. E. zu einem Objectivglase von 12 Schuhen wird ein Augenglas von 3 Zollen erfordert. Nach dieser Proportion käme für ein Objectivglas von 24 Schuhen ein Augenglas von 6 Zollen. Es kann aber wohl ein kleineres von 5 oder 4 Zollen dazu geschickt seyn. Und darum werdet ihr durch das Objectivglas von 24 Schuhen mehr, als durch das von 12 Schuhen vergrößern können. Nämlich ein Objectivglas von viel Schuhen kann zu seinem Augenglase eine geringere Verhältniß haben, als ein Objectivglas von wenigern. Ueber dieses, weil die Objectivgläser von vielen Schuhen ein größeres Bild formiren, als die von wenigen (§. 37. *Optic.*); so ist es auch kein Wunder, daß die Sachen durch Ferngläser mit großen Objec-

Objectivgläsern deutlicher, als durch andere mit kleinern, gesehen werden.

Die 6. Erklärung.

79. Durch die Bedeckung verstehen wir den Ring, welcher an dem Objectivglase bedecket wird, damit keine Strahlen dadurch in das Fernglas kommen können. Hingegen die Eröfnung ist ein Circul, welcher mitten in dem Objectivglase offen bleibt, damit die Strahlen dadurch in die Röhre fallen können.

Die 1. Anmerkung.

80. Es hat die Erfahrung bey dem Gebrauche der Ferngläser gelehret, daß die Bedeckung sehr verschieden ist, nicht allein nach der Länge der Ferngläser, sondern auch nach dem verschiedenen Lichte der Sachen, welche man dadurch klar und deutlich sehen will. Z. E. eine andere Bedeckung wird für die Erdkörper erfordert, und unter diesen ist die Bedeckung anderst für den Mond und Jupiter, als für die Venus, oder auch die Fixsterne.

Die 2. Anmerkung.

81. Die Bedeckung wird nicht allein darum erfordert, daß weder zu viel, noch zu wenig Strahlen in das Fernglas fallen, und also die Sache recht helle erscheine; sondern es ist auch zu bedenken, daß die Strahlen welche von der Axe sehr weit, und dabey sehr schief einfallen, nicht mit den andern, welche der Axe näher sind, in einem Puncte vereiniget werden; wodurch die Sache undeutlich wird. Ihr könnet dieses durch folgende Erfahrung lernen. Haltet etwas sehr nahe vor das Auge, so wird es undeutlich aussehen. Hingegen in unveränderter Weite der Sache, welche ihr sehet, schiebet vor das Auge ein Papier mit einem subtilen Löchlein, welches ihr mit einer Nadel hineingestochen habt. Alsbald werdet ihr die Sache deutlich sehen.

Die 8. Aufgabe.

82. Die rechte Bedeckung zu einem Fernglase zu finden.

Auflösung.

1. Schneidet in der Grösse eures Objectivglases verschiedene Scheiben aus schwarzem und etwas dickem Papiere.
2. Aus diesen Scheiben schneidet verschiedene kleinere aus, von welchen die kleineste im Diameter einer großen Erbse gleichet, oder beynahe $\frac{1}{4}$ eines Rheinländischen Zolles ist.
3. Leget eine Scheibe nach der andern auf das Objectivglas, und merket, durch welche ihr die Sache am deutlichsten sehen könnet.

So werdet ihr die Bedeckungen für alle Fälle finden, und, wozu sie gehören, von der verkehrten Seite, welche weiß seyn kann, darauf zeichnen können.

Die 1. Anmerkung.

83. Bey Tage muß die Eröfnung größer seyn, als des Nachts, weil in dem erstern Falle das Auge von vielem Lichte eingenommen ist, und daher bey einer großen Bedeckung die Sachen dunkel aussehen. Es erinnert aber *Hugenius* (prop. 58. p. 215. 226, daß es viel besser sey, wenn man eben die Bedeckung des Tages behält, welche man nach der vorhergehenden Regel für die astronomischen Ferngläser, welche bey nächtlicher Weile gebraucht werden, gefunden hat, und nur andere Augengläser nimmt, derer Diameter noch einmal so groß ist. Denn, weil diese nicht so stark vergrößern, wie die andern (§. 54.); so bleibt das Bild klärer, welches man durch das Augenglas siehet.

Die 2. Anmerkung.

84. Die Erfahrung wird euch lehren, wie viel daran gelegen sey, daß ihr die rechte Bedeckung findet. Denn, ihr werdet durch ein kurzes Fernglas mit der rechten Bedeckung

deckung mehr ausrichten können, als durch ein langes mit einer unrichtigen Bedeckung.

Die 9. Aufgabe.

85. **Wie viel ein Vergrößerungsglas die Sachen vergrößere, zu erfahren.**

Auflösung.

1. Beschreibet auf einem weissen Papiere eine sehr zarte und ganz kurze Linie, welche ihr durch das Vergrößerungsglas ganz übersehen könnet.
2. Mit dem einen Auge sehet durch das Vergrösserungsglas, und das andere behaltet offen, so werdet ihr das Bild in der Luft unweit dem Auge schweben sehen.
3. Nehmet einen Circul und fasset die Länge der erscheinenden Linie, und traget sie auf das Papier.
4. Nehmet mit dem Circul die Größe der Linie, und sehet zu, wie vielmal ihr sie auf die gefundene Linie tragen könnet.

So findet ihr, wie vielmal der Diameter der Sache durch euer Glas vergrößert wird, folglich auch, wie viel es die Fläche und den Körper vergrössert (§. 75.).

Die 1 Anmerkung.

86. Es wird eine sonderbare Geschicklichkeit erfordert, wenn ihr das verrichten wollet, was in gegenwärtiger Aufgabe ist vorgeschrieben worden, weil es schwer fällt, das Bild stille zu erhalten. *Hugenius* hat in seiner Dioptrica (prop. 59. p. 222.) erwiesen, die Sache werde durch ein einfaches Glas so viel vergrößert, als 8 Zoll größer sind, als die Weite seines Brennpunctes. Z. E. Es sey diese $\frac{1}{5}$ Zoll, so wird die Sache im Diameter 40mal vergrößert. Ich habe solches gleichfalls in meinen Elem. Dioptr. §. 408 & seqq. ausgeführt. Von dem Küg-

lein erinnert er (p. 223 214.) daß die Sache dreymal so weit von ihm weg ist, als von einem Linsenförmigen Glase, wenn beyde gleich groß machen: wodurch es geschiehet, daß von den Seiten fremdes Licht mit hinein fällt, und Farben verursachet.

Die 2. Anmerkung.

87. Weil in kleinen Vergrösserungsgläsern nicht allein das Auge sehr nahe gehalten werden muß, sondern auch die Sache selbst auf der andern Seite sehr nahe anliegt: so hat man auf besondere Gestelle zu denken, da man ohne das Licht zu benehmen, durch die einfachen Vergrößerungsgläser bequem sehen, und die Sachen füglich darhinter halten kann. Dergleichen haben wir von dem *Musschenbroek*, und andern, welche ich zum Theil in meinen Element. Dioptr. (§. 421. 434.) und in dem dritten Theile der Versuche (§. 76. & seqq.) beschrieben habe. Man braucht aber die kleinen Kügelein meistentheils, wenn man durchsichtige Körper betrachten will.

Die 3. Anmerkung.

88. Wenn der Brennpunct über $\frac{1}{2}$ Zoll weit weg ist, so habt ihr euch um die Bedeckung nicht viel zu bekümmern. Weil der Stern im Auge selbst die überflüßigen Strahlen wegtreibt. Allein, wenn die Vergrösserungsgläser sehr klein sind, so sollen, nach *Hugenii* Rathe (Dioptr. prop. 60. p. 231.), die Eröfnungen eben die Verhältniß in verschiedenen Vergrösserungsgläsern gegen einander haben, wie die Weiten der Brennpuncte. Es ist aber wohl zu merken, daß die Vergrösserungsgläser die Sachen desto dunkler vorstellen, je mehr sie dieselben vergrössern.

Die 10. Aufgabe.

89. **Ein Vergrösserungsglas aus zweyen Gläsern zusammen zu setzen.**

Auflösung.

Sie werden fast wie die astronomischen Ferngläser gemacht, nur, daß das Objectivglas von

einer

einer kleinern und das Augenglas von einer größern Kugel ist. Ihre rechte Weite von einander kann die Erfahrung am bequemsten lehren.

Die 1. Anmerkung.

90. Es muß in dergleichen Vergrösserungsgläsern die Sache etwas weiter weggerücket werden, als der Brennpunct abstehet. Denn so wird hinten ein Bild formiret, welches viel größer als sie ist, und zwar desto größer, je kleiner der Diameter des Objectivglases ist. Da nun das Augenglas das Bild in seinem Brennpuncte hat, so vergrößert es selbiges noch mehr.

Die 2. Anmerkung.

91. Man lobt die Proportion des Objectivglases zu dem Augenglase, wie 1 zu 2, imgleichen, wie $2\frac{1}{2}$ zu 3, und vergönnet für die Weite des Brennpunctes von dem Objectivglase $\frac{2}{3}$ oder $\frac{1}{2}$ Zoll; für die Weite des Brennpunctes von dem Augenglase 1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll.

Die 3. Anmerkung.

92. Man setzet auch Vergrößerungsgläser aus dreyen Gläsern zusammen. *Dechales* rühmt (Dioptr. lib. 2. prop. 30. f. 705. Mund. Mathem.) des *Demonconis* Vergrösserungsglas, in welchem die Sache von dem Objectivglase weg war 1 Zoll 4 Linien, die Weite des Brennpunctes von dem Objectivglase war 1″ 1‴, die Weite des Objectivglases von dem mittlern Augenglase war 15″, die Weite seines Brennpunctes $2''\frac{1}{2}$, die Weite des mittlern Augenglases von dem ersten 1″ 9‴, die Weite des Brennpunctes von dem ersten Augenglase 1″ 5‴, die Weite des Auges von demselben 6‴. Der Diameter der Eröfnung war nur $1\frac{1}{2}$ Linien.

Die 4. Anmerkung.

93. Es werden auch Vergrößerungsgläser aus 4 Gläsern zusammen gesetzet. Zu dergleichen recommendiret *Dechales* (Dioptr. lib. 2. prop. 58. f. 721.) ein Objectivglas von 6 Linien, das erste Augenglas von 21, das andere von 18, das dritte von 15 Linien.

Die 5. Anmerkung.

94. Geschickte Gestelle zu den zusammen gesetzten Vergrößerungsgläsern beschreibe ich in meinen Elem. Dioptr. §. 450.

Die 11. Aufgabe.

Tab. II. Fig. 10. 95. Eine Zauberlaterne zu machen, durch welche man allerhand Bilder mehr als in Lebensgröße an eine weisse Wand im Finstern werfen kann.

Auflösung.

1. Machet eine Laterne von Blech, und befestiget an ihrer hintern Wand einen Hohlspiegel AB, dessen Diameter in großen Laternen höchstens 1 Schuh, in mittelmäßigen $\frac{1}{2}$ Schuh, in kleinen nur 4 bis 5 Zolle hält. Oder anstatt des Spiegels machet an die Eröfnung der Thür ein erhabenes Glas, dessen Diameter einige Zolle hält.
2. In dem Brennpuncte des Spiegels, oder auch des erhabenen Glases C, setzet eine Lampe mit einem starken Baumwollenen Tachte, welche die Strahlen AD, BE u. s. w. parallel zurücke wirft.
3. An die Thür der Laterne wird eine blecherne Röhre gesetzt mit zween bis 3 Zügen, daß man sie nach Gefallen aus einander ziehen kann.
4. Hinten an der Thür bekommt die Röhre zwo Schlitzen, durch welche ihr ein viereckichtes Brettlein schieben könnet, in welches runde Glasscheiben DE, im Diameter ungefähr $\frac{1}{4}$ Schuh, oder auch darunter, eingesetzt worden, worauf Bilder mit dünnen Wasserfarben nur oben hin gemalet sind.

5. In

5. In eben diese Röhre kommen zwey erhabene Gläser, welche auch wohl auf einer Seite platt seyn können. Die Breite dieser Gläser ist der Höhe des Bildes DE gleich. Das Glas FG kann im Diameter $\frac{98}{100}$, das andere HI aber 1 Schuh und $\frac{20}{100}$ halten: oder der Diameter von FG 1 Schuh und $\frac{75}{100}$, von HI aber 2 Schuh und $\frac{75}{100}$ haben. Dechales macht FG 5 Zolle, HI 10 Zolle.

Wenn ihr nun das Bild DE verkehrt durch die Schlitze in die Röhre schiebet, und die Röhre so aus einander ziehet, daß das Bild von dem Glase FG nur um ein weniges weiter als der Brennpunct ist; so werdet ihr es aufgerichtet und vergrößert in KL sehen.

Beweis.

Weil die Lampe C in dem Brennpuncte des Spiegels oder des Glases an der Thür der Laterne stehet: so werden die Strahlen parallel zurück geworfen (§. 51. *Catoptr.*) oder gebrochen (§. 16.); und wird daher das Bild DE stark erleuchtet (§. 17.). Weil es nun von dem Glase FG etwas weiter stehet, als sein Brennpunct, nämlich an dem Orte, wo das Bild von einer nicht entlegenen Sache abgemalet wird (§. 28.); so müssen die Strahlen durch die Refraction in KL ein dergleichen Bild abmalen, als die Sache wäre, welche vermittelst des Glases FG das Bild DE in einem verfinsterten Orte haben würde. Derowegen ist klar, daß in diesem Falle das Bild DE sich an der Wand in KL größer abmalen muß als es ist, und zwar, weil DE verkehrt stehet, aufgerichtet. W. Z. E.

Die 1. Anmerkung.

96. Aus dem Beweise erhellet zugleich, daß das Bild KL um so viel größer, als weiter hinaus geworfen werde, je näher DE dem Brennpuncte des Glases FG kommt (§. 29.).

Zusatz.

97. Wenn ihr die Röhre mit dem Bilde und den Gläsern in einem verfinsterten Gemache vor ein Loch haltet, wodurch die Sonne ihre Strahlen gerade hinein werfen kann; so könnet ihr auch die Bilder durch das Sonnenlicht an eine weisse Wand werfen.

Die 2. Anmerkung.

98. Auch die Erfahrung lehret, daß, wenn ihr ein dickes erhabenes Glas, oder auch eine gläserne Kugel voll Wasser vor ein Licht oder eine Lampe setzet, ein großer und heller Schein hinter der Kugel entstehet. Imgleichen wird ein finsteres Gemach auf einmal helle, wenn ihr eine Kugel mit Wasser vor ein kleines Löchlein in dem Fensterladen haltet, durch welches nur ein wenig Licht in das Gemach fallen kann.

Die 3. Anmerkung.

99. Wenn ihr demnach hinten an einer Laterne einen Hohlspiegel machet, und an der Thür ein dickes, auf einer Seite erhabenes Glas befestiget; so werdet ihr das Licht sehr helle und weit vor euch wegwerfen, um und hinter euch aber wird es ganz finster seyn.

Die 4. Anmerkung.

100. Aus Spiegeln und geschliffenen Gläsern laßen sich allerhand anmuthige optische Maschinen zusammen setzen, dergleichen ihr verschiedene bey dem Zahne in dem dritten Theile seines öfters erwähnten Werkes antreffet. Und wenn ihr euch die Eigenschaften der Gläser und Spiegel recht bekannt machet: so werdet ihr auch selbst auf viele Erfindungen kommen. Fällt es euch zu schwer, dieselben

geome-

geometrisch zu untersuchen; so könnet ihr euch mit den Erfahrungen begnügen, welche ihr mit geschliffenen Gläsern und Spiegeln anstellet. Z. E. wenn ihr ein erhabenes Glas auf einen platten Spiegel leget; so werdet ihr finden, daß es die Eigenschaften eines Hohlspiegels an sich nimmt. Haltet ein erhabenes Glas vor einen platten Spiegel und etwas zwischen das Glas und eurem Auge; so werdet ihr es in dem Spiegel vergrössert sehen u. s. w.

Der 8. Lehrsatz.

101. **Durch ein vieleckichtes Glas erscheinet eine jede Sache so vielmal, als das Glas Ecken hat.**

Beweis.

Denn von C fallen auf jede Seite DA, AB und BE Strahlen. Weil sie nun gegen das Auge O gebrochen werden; so siehet es nicht allein durch den Strahl CO die Sache in C, sondern auch durch die Strahlen FO und GO in C und C, folglich so vielmal, als das Glas Ecken hat. W. Z. E. Tab. II. Fig. 11.

Die 1. Anmerkung.

102. Wenn ihr die wahre Sache greifen wollet, so haltet den Finger dergestalt, daß ihr gegen jedes Bild einen Finger gerichtet sehet. Denn, wenn ihr alsdenn gegen die Sache zufahret, so werdet ihr sie unstreitig treffen. Imgleichen wird die wahre Sache stille liegen bleiben, wenn das vieleckichte Glas herum gewendet wird.

Die 2. Anmerkung.

103. Gleichwie aber diese polyhedrischen Gläser die Sachen in ihrer rechten Größe vorstellen: so hat man hingegen auch polyoptrische Gläser, welche sie zwar vielfältig, aber ganz klein vorstellen. Das Objectivglas ist z. E. auf beyden Seiten platt, und im Diameter 3¼ Zolle. Auf der innern Seite sind lauter kleine Grüblein in der Größe einer Linse eingeschliffen. Die Weite des Objectivglases von dem Augenglase ist 3¼ Zolle. Die Breite des Augenglases, welche

auf einer Seite erhaben, auf der andern hohl ist, ist beynahe 1 Zoll. Der Diameter der erhabenen Fläche muß geringer, als der Diameter der hohlen seyn.

Die 12. Aufgabe.

104. Tüchtiges Glas zum Schleifen auszulesen.

Auflösung.

1. Leget das Glas auf ein weisses Papier, so werdet ihr sehen, ob das Papier weiß bleibt, oder ob es braun wird, und daraus schließen können, ob es helle sey oder nicht.
2. Gebet Acht, ob Winden, Sandkörnlein, Bläselein und Adern in dem Glase sind, welches ihr nicht allein mit den Augen sehen könnet, wenn ihr es gegen das Licht haltet, sondern auch gar deutlich aus dem Schatten auf dem Papiere wahrnehmet, wenn ihr die Sonnenstrahlen durchfallen lasset. Denn, weil sie die Refraction der Strahlen sehr irregulär machen; so habt ihr euch in Acht zu nehmen, daß nichts dergleichen mitten in dem Glase, ausserhalb der Verdeckung, anzutreffen sey.

Die 1. Anmerkung.

105. *Dechales* Dioptr. lib. 2. Digress. prop 2. f. 728.) giebt an, wie man Objectivgläser ohne Winden und Adern bekommen könne. Lasset euch eine lange Scheere machen, welche mit einer Höhle zweener Kugelschnitte nach der Größe des verlangten Objectivglases versehen ist, nehmet damit das geschmolzene Glas aus dem Ofen heraus, und setzet es in den Kühlofen. Ich bin der Meinung, daß der Herr von Tschirnhausen seine großen Gläser dergestalt erhalten habe. Man macht aber die Objectivgläser anfangs etwas breiter, als sie seyn sollen, damit man ihnen die sphärische Figur desto bequemer geben kann. Denn, wenn sie geschliffen sind, so nimmt man das Mittel davon heraus.

Eini-

Einige behalten sie zwar ganz; allein dann wird die Röhre bey dem Objectivglase zu dicke, und das Fernglas bekommt daselbst sein Gewicht, welches im Gebrauche viele Beschwerlichkeit verursachet.

Die 2. Anmerkung.

106. *Hugenius* (in Comment. de formandis vitris p. 273. Opusc. posth.) erinnert, daß das ganz weisse Glas gemeiniglich einige Adern und Ungleichheiten in sich hat, oder auch in der Luft feucht wird: wovon nach etlichen Jahren alle Politur vergehet, wie *Dechales* (l. c. t. 728.) erfahren hat. Derowegen hält er das für besser, welches etwas gelb, oder auch grünlicht aussiehet, wenn man durchsiehet, recommendiret am meisten das Glas von zerbrochenen venetianischen Spiegeln.

Die 13. Aufgabe.

107. **Schüsseln zum Glasschleifen zu machen.**

Auflösung.

Bereitet eine Forme, wie zu den Hohlspiegeln (§. 36. *Catoptr.*), und lasset in dieselbe die Schüsseln von Messing gießen.

Ihr könnet sie auch aus Kupfer oder Eisen anfangs hämmern, und hernach vollkommen ausdrehen lassen, nach dem Lehrbogen, welchen ihr auf eine küpferne Platte mit dem gehörigen Diameter beschrieben habt.

Man kann sie hierauf auf einem runden Sandsteine, welcher in die Höhle der Schüssel genau passet, vermittelst nassen Sandes ausreiben, und endlich große Gläser so lange darinnen abschleifen, bis die innere Fläche der Schüssel ganz glatt geworden ist. Das Ausdrehen geschiehet gleichfalls am füglichsten auf gedachtem runden Sandsteine, welcher an ein Eisen befestiget, und vermittelst einem Kammrade und Getriebe herum getrieben wird.

Anmerkung.

Tab. I. Fig. II. 108. Wenn der Lehrbogen einen sehr grossen Diameter, als von 37 und mehr Schuhen hat, recommendiret *Hugenius* (l. c. p. 267. 268.) folgende Manier ihn zu beschreiben. Es sey BC die halbe Breite, BA die Tiefe eurer Schüssel. Setzet, AD berühret den Bogen AC in A, und jeder Theil dieser Linie AE, EE u. s. w. sey ein Zoll. Suchet (§. 113. *Arith.*) zu dem Diameter und AE die dritte Proportionalzahl, so habt ihr EF, weil dasselbe wenig austrägt, denn sonst müßte nicht der Diameter, sondern der Rest von EF genommen werden (§. 186. *Geom.*). Wenn ihr dieses mit 4 multipliciret, so habt ihr das andere EF, multipliciret ihr es mit 9, das dritte; multipliciret ihr es mit 16, das vierte, u. s. w. Ziehet die Linien EF von AB ab, so bleiben die Linien GF übrig. Wenn ihr nun auf die Linie BC die Linien FG nach einem Maaßstabe auftraget, auf welchem der Zoll in so kleine Theile als möglich getheilet worden ist; so könnet ihr durch die Puncte F den Bogen AC beschreiben. Ihr könnet auch noch leichter und richtiger einen großen Lehrbogen auf folgende Manier beschreiben, welche ein in dem Schleifen erfahrner Mann gut befunden hat. Nehmet Bast von Weiden, als welcher sich nicht um ein Haar ausdehnen lässet, und befestiget ihn an einem meßingenen Ringe, dergleichen man zu den Vorhängen braucht. Stecket den Ring an einen hölzernen Nagel, welchen ihr an einem ebenen Orte in die Erde geschlagen habt. An dem andern Ende des Bastes machet ein wenig Röthel oder auch Bleystift fest, und beschreibet damit auf einem sauber gehobelten Brette von birnbaumenem Holze einen Bogen. Laßet das Brett von dem Schreiner dergestalt abschneiden, daß der Strich in seiner Dicke überall darauf bleibt, und, weil es einen Zoll dicke seyn muß, damit es sich nicht werfen kann, auf der einen Seite etwas schief abstossen, daß es am Rande kaum einen Messerrücken dicke bleibt.

Die 14. Aufgabe.

109. Gläser zu schleifen und zu poliren.

Auflösung.

1. Thut in die Schüssel etwas kleinkörnigen Sand, feuchtet ihn an mit Wasser, und reibet darinnen

nen das Glas, welches ihr auf ein Holz geküttet habt, daß ihr es bequem halten könnet: die Schüssel aber setzet auf ein Tuch, welches etlichemal über einander gelegt ist, damit sie sich nicht erschüttert.

2. Wenn das Glas die Figur der Schüssel angenommen hat, so waschet sie reine aus, damit nichts von dem Sande zurücke bleibet, und brauchet ferner anstatt des Sandes geschlemmten Schmergel.

3. Nachdem die Grüblein von dem Sande ausgeschliffen sind, so nehmet rothen Uhrsand, und reibet damit in der Schaale das Glas so lange, bis es einigen Glanz bekommt.

4. Da es nun zum poliren geschickt ist, so überkleibet die Schüssel mit zartem Postpapiere, welches durchaus von einerley Dicke ist, und keine Ungleichheiten hat. Ihr könnet aber das Papier entweder mit dünnem Gummiwasser, oder einem zarten Kleister von Kraftmehle, oder anderm Weizenmehle, imgleichen aus Oblaten, dergleichen man im Abendmahle braucht, ankleben, und nachdem es trocken geworden ist, mit Tripel oder Zinnasche überstreichen, mit einem Probierglase es vorher recht gleich machen, und endlich auf diesem Papiere das Glas so lange reiben, bis es einen recht hellen Glanz bekommen hat.

Die 1. Anmerkung.

110. Es sind vielerley Manieren, das Glas zu schleifen. Ich habe diejenigen beschrieben, von welcher mich die Erfahrung gelehrt hat, daß die Gläser gar sauber werden. Noch andere beschreiben *Deckales* Dioptr. lib. 2. prop. 2. digress. Mech. f. 725 & seqq. Zahn in Oculo Artific. fund 3. sytagm. 2. c. 2. f. 451. & seqq. und *Hugenius* in seinen Commentariis de formandis poliendisque vitris. Absonderlich

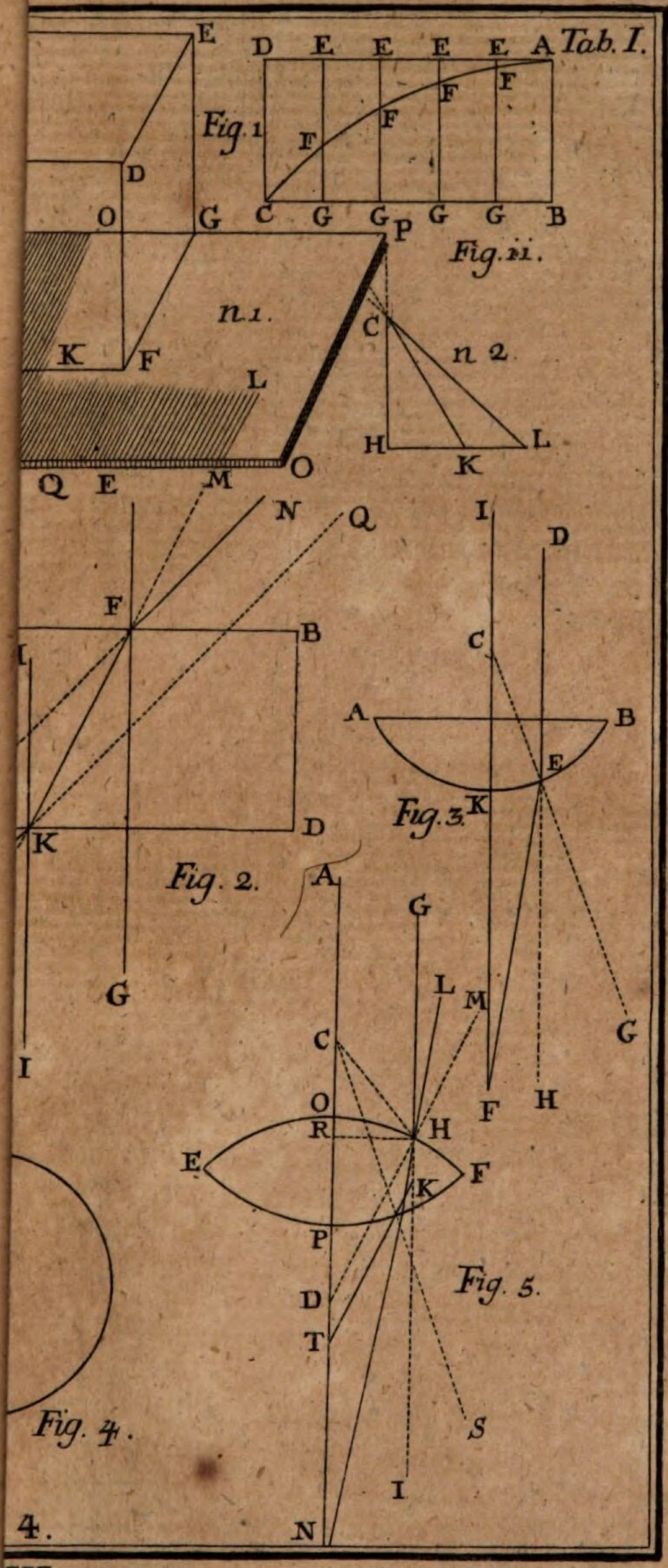
sonderlich ist auch hier des Herrn Hertels nützliches Buch von dem Glasschleifen zu recommandiren. Wie man die grossen Objectivgläser wohl poliren soll, (welches das schwereste in dieser Kunst ist) zeige ich in meinen Elem. Dioptr. §. 539.

Die 2. Anmerkung.

111. Einige brauchen zum Kütte Pech mit dem vierten Theile Harz vermischet. *Hugenius* (Opusc. posth p. 276.) nimmt 1 Theil Wachs, und 11 Theile Colophoniae. Zu kleinen Gläsern braucht Zahn (f. m. 452.) Siegelwachs. Ihr könnet aber gutes Siegelwachs euch selbst folgender Gestalt machen. Nehmet Gummilaccæ eine Unze, Colophoniae 1 Quintlein, und reibet es wohl unter einander. Mischet darunter Zinnober, so viel als genug ist, und giesset hoch rectificirten Spiritum Vini darauf, so viel als erfordert wird, das Gummilack völlig aufzulösen. Setzet es an ein gelindes Feuer, daß es wohl schmelzet. Wenn dieses geschehen ist, so nehmet etwas heraus und zündet es bey dem Lichte an, um es zu probiren. Zündet ferner den Spiritum Vini an, und rühret alles so lange unter einander, bis es sich verzehret hat, und ausgehet: so könnet ihr die Materie nach Gefallen formiren. Anstatt des Kleisters machet Zahn (f. 461.) einen Leim aus weißem Wachse und venetianischen Terpentine, welcher so klar wie ein Brunnwasser ist, und rühret ihn so zähe als Siegelwachs.

Die 3. Anmerkung.

112. *Hugenius* (Opusc. posth. p. 279.) machet die Gläser, nachdem sie mit Sande abgerieben worden sind, und die Figur der Schüsseln angenommen haben, mit bloßem Schmergel zur Politur geschickt. Er schleift nämlich $\frac{1}{4}$ Stunde mit geschlämmtem Schmergel, welcher sich in 40 Secunden gesetzt hat: nach diesem $\frac{1}{4}$ Stunde mit Schmergel von 100; ferner $\frac{1}{4}$ Stunde mit Schmergel von 200; und endlich $1\frac{1}{2}$ Stunde mit Schmergel von 400 Secunden. Wiewohl er mehr davon hält, wenn man mit dem ersten Schmergel von 40 oder 100. Secunden bis zu Ende fortfähret, und alle halbe Stunden etwas von dem Staube heraus thut, damit zu letzt fast nichts zurücke bleibt. Zuweilen hat er $\frac{1}{4}$ Stunden Schmergel von 50 Secunden, $\frac{1}{4}$ Stunden Schmergel von 400 Secunden, und $\frac{1}{4}$ Stunde Schmergel



IV. Wolfs Math

Tab: II.

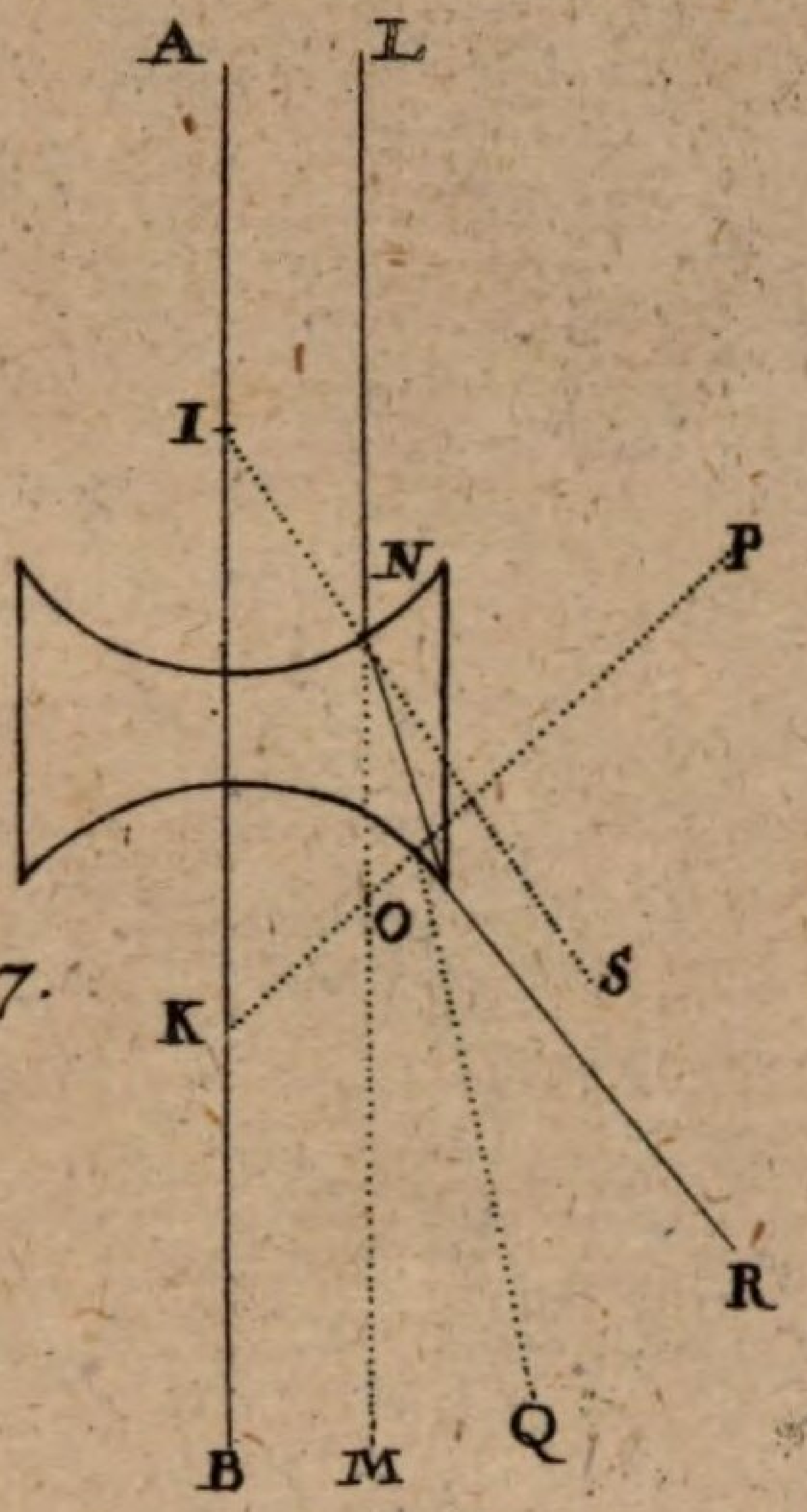


Fig. 7.

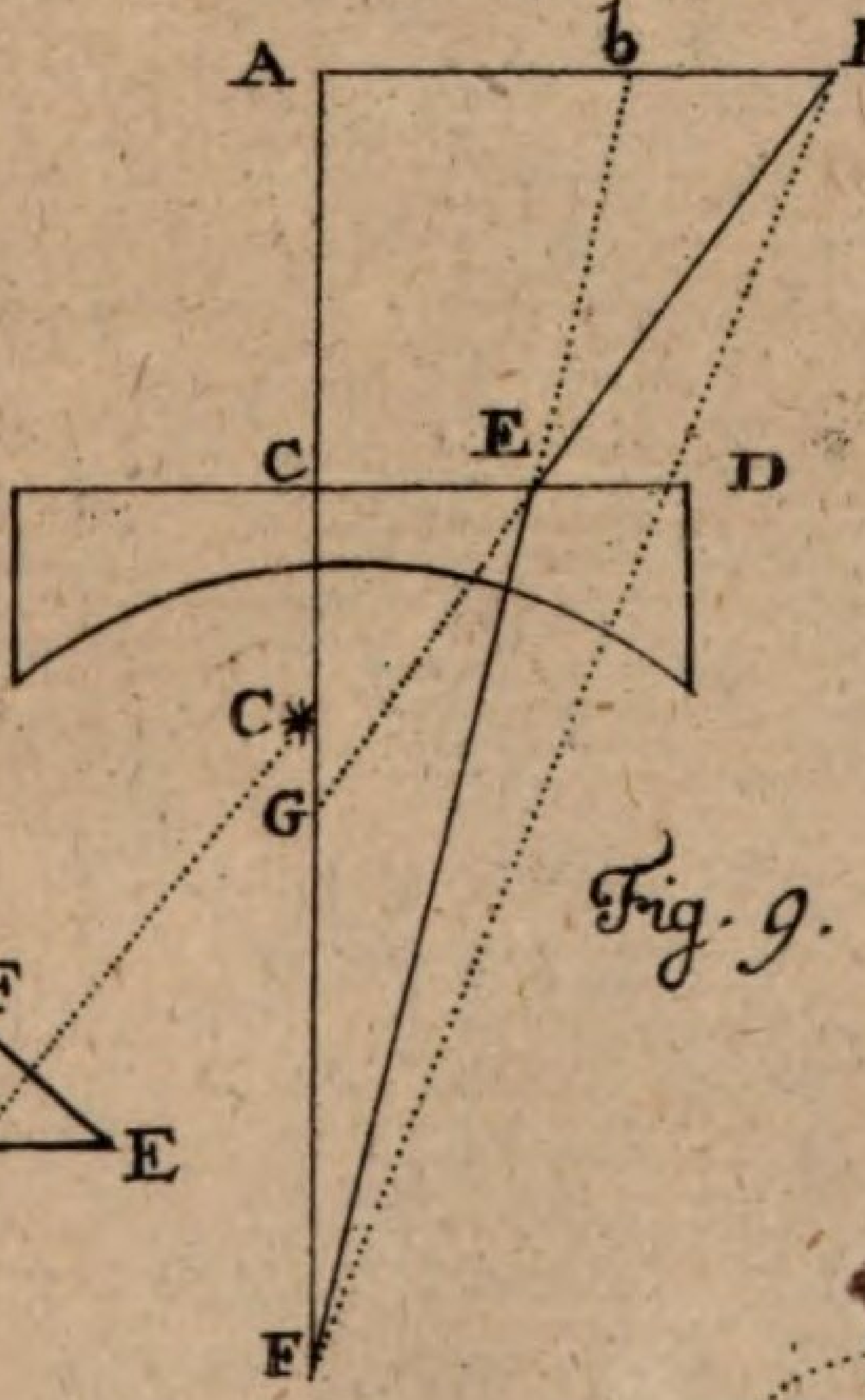
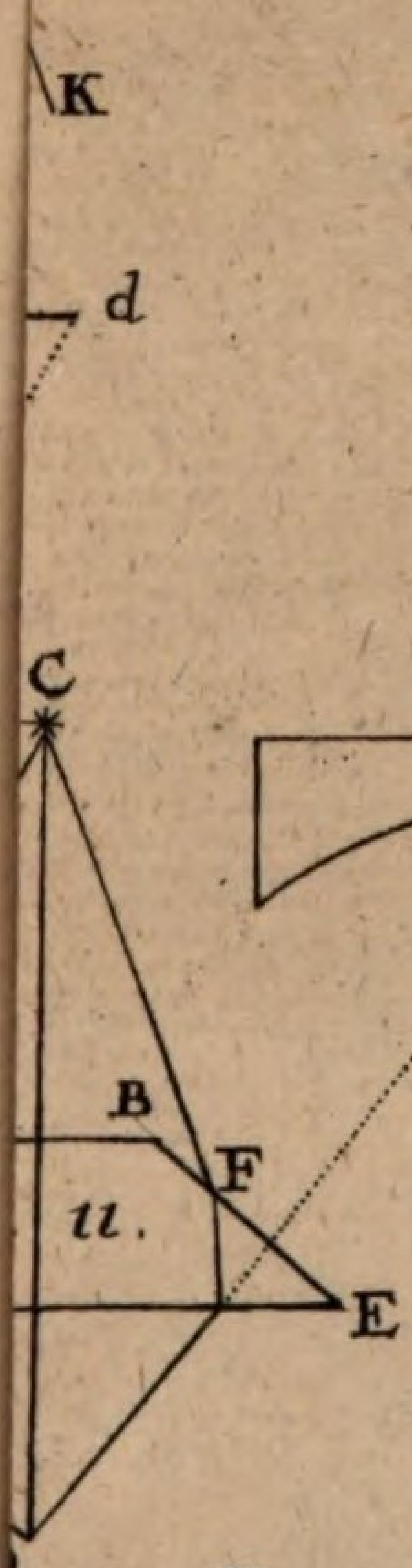
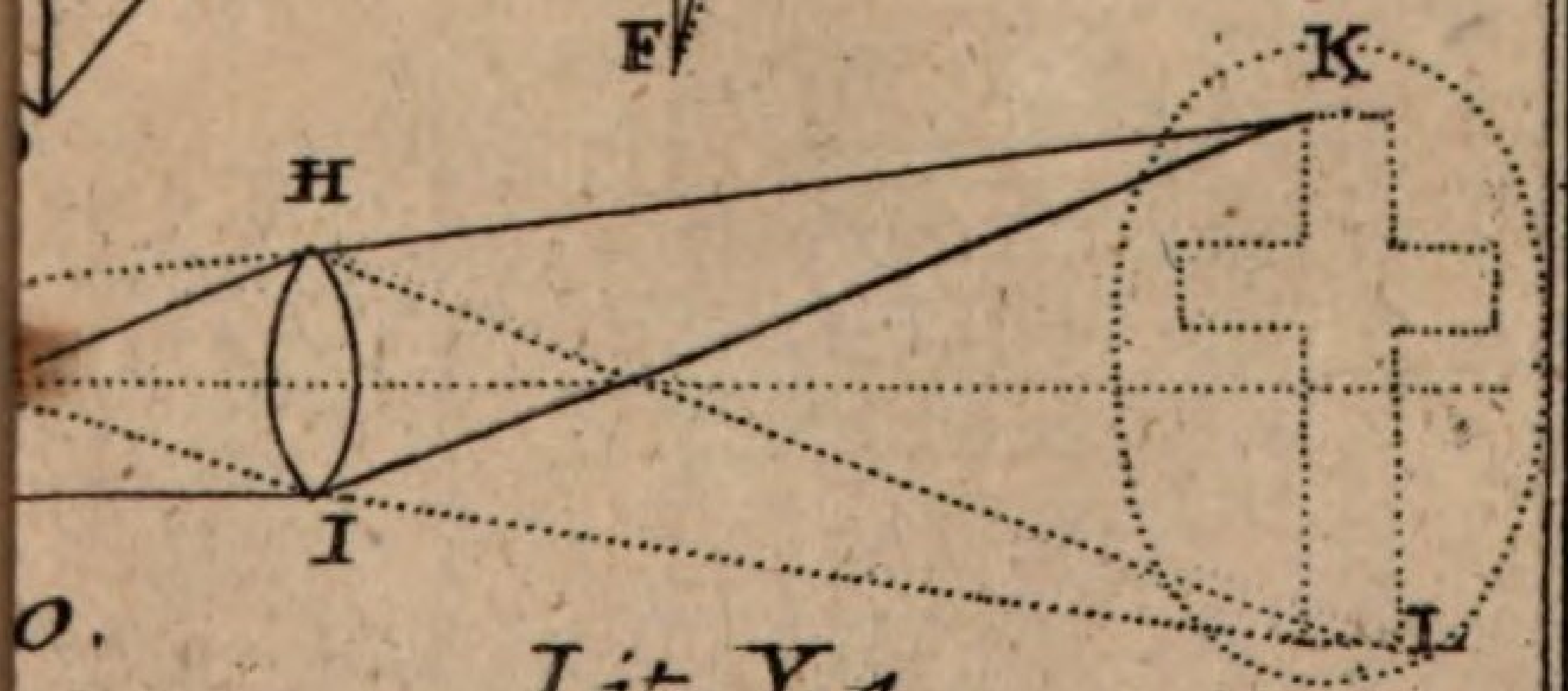


Fig. 9.





o.

Lit. Y. 4.

Wolfs Math.

gel von 45 Minuten gebraucht. Ihr erkennt aber, daß es zu der letzten Politur geschickt ist, wenn die Fenster bey Tage oder ein Licht sich genau durch die Refraction der Strahlen in dem Glase hinter ihm abbilden. Die Schüssel muß im Schleifen niemals allzutrocken seyn.

Die 4. Anmerkung.

113. Anstatt des Papiers, mit welchem die Schüssel überzogen wird, legt *Hugenius* (Opusc. posth p. 283.) einen Grund von 4 Theilen Tripel, und einem Theile Cyprischen Vitriole, welche beyde Materien in 8 bis 10 Tropfen Essig zerrieben worden sind, daß sie sich mit einem Pinsel anstreichen lassen. Dieser trockene Grund wird mit Tripel berieben.

Die 5. Anmerkung.

114. Die saure Arbeit des Schleifens zu erleichtern, hat man allerhand Maschinen ersonnen: von welchen die angeführten Scribenten und meine Elementa Dioptricæ nachzulesen sind.

E N D E
der
D i o p t r i k.

An=

Anfangsgründe der Perspectiv.

Die 1. Erklärung.

1.

Die Perspectiv ist eine Wissenschaft eine Sache so abzubilden, wie sie in einer gewissen Weite und Höhe in die Augen fällt.

Zusatz.

2. Es ist demnach nöthig, daß die von dem Bilde zurück geworfenen Strahlen auf eben eine solche Art in das Auge fallen, als geschehen würde, wenn sie von der Sache selbst in einer gegebenen Höhe und Weite hinein fielen.

Anmerkung.

3. Es sey O das Auge, so wird der Triangel ABC gesehen, durch Hülfe der Strahlen OA, OC, OB, und so lange diese Strahlen einerley Winkel in dem Auge mit einander machen, so lange erscheint der Triangel auf einerley Art. Daher erscheinet er noch wie vorhin, wenn die Strahlen Oa, Oc, Ob von einer Tafel HI zurücke geworfen würden. Wenn ihr euch einbildet, HI sey eine durchsichtige Tafel, durch welche die Strahlen von dem Triangel ABC, doch unverändert, durchgehen, indem sie in das Auge O kommen, und sie in den Puncten a, b, c, u. s. w. wo sie durchgehen, durchlöchern: so werdet ihr ein Bild haben, welches dem Auge in O eben so erscheinen wird, als der Triangel ABC selbst. Die Perspectiv nun zeiget, wie ihr die Puncte a, b, c geometrisch finden könnet.

Tab. I. Fig. 1.

Die 2. Erklärung.

4. Der Augenpunct ist derjenige, in welchem aus dem Auge O auf die Tafel HI der Perpendicul OF gezogen wird. Tab. I. Fig 2.

Die 3. Erklärung.

5. Die Linie NI, auf welcher die Tafel aufstehet, wird die Fundamentallinie oder die Grundlinie genennet.

Die 4. Erklärung.

6. Die Horizontallinie ist eine gerade Linie PQ, welche durch den Augenpunct F mit der Fundamentallinie NI parallel gezogen wird.

Die 5. Erklärung.

7. Der Distanzpunct ist ein Punct in der Horizontallinie P oder Q, welcher von dem Augenpuncte F so weit entfernet ist, als das Auge O von eben demselben.

Die 1. Aufgabe.

8. Eine jede Horizontalfläche perspectivisch zu zeichnen.

Auflösung.

1. Beschreibet die Fläche, z. E. den Triangel ABC, wie in der Geometrie gelehret worden. Tab. I. Fig. 3.
2. Ziehet darüber die Fundamentallinie DE in der Weite des Triangels von der Tafel.
3. Mit derselben ziehet die Horizontallinie HK parallel, in der Weite der Höhe des Auges.
4. Lasset aus allen Winkeln der geometrischen Fläche auf die Fundamentallinie DE Perpendicularlinien A 1, C 2, B 3 fallen.

5. Neh-

5. Nehmet in der Horizontallinie HK den Augenpunct V an, und traget aus ihm, gegen welche Seite ihr wollet, den Distanzpunct K in der gegebenen Weite des Auges.

6. Traget aus 1 in A, aus 2 in C, und aus 3 in B die Perpendicularlinien A 1, C 2, B 3.

7. Ziehet aus dem Augenpuncte V gegen 1, 2, 3, Linien, und aus dem Distanzpuncte K gegen B, A, C andere Linien.

8. Wo diese Linien einander durchschneiden, nämlich in b, a und c, da präsentiren sich die Puncte B, A und C. Wenn ihr demnach die Linien ba, ac und eb ziehet: so ist der perspectivische Riß fertig.

Anmerkung.

9. Die Regel ist allgemein, und könnet ihr nach eurem Gefallen Figuren erwählen, und in das Perspectiv bringen, wenn ihr euch in diesen Zeichnungen oder so genannten ichnographischen Rissen üben wollet. Den Beweis findet man in meinen Elem. Perspect. §. 33. In besondern Fällen kann man sich einiger Vortheile bedienen: aus welcher Absicht ich noch folgende beyde Aufgaben hieher setze.

Die 2. Aufgabe.

Tab. I. Fig. 4.

10. **Ein Quadrat ABCD ins Perspectiv zu bringen, worin ein anderes IMGH beschrieben ist.**

Auflösung.

1. Nachdem ihr die Horizontallinie LK, und die Fundamentallinie DE gezogen habt, so traget aus dem Augenpuncte V auf die erstere die Weite des Auges von der Tafel VL und VK.

2. Ziehet die Linien VA und VB, imgleichen die Linien KA und LB; so ist AcdB der Riß von dem Quadrate ABDC.

3. Ver=

3. Verlängert die Seite des eingeschriebenen Quadrats HI bis an die Fundamentallinie in I, und ziehet die Linien KI und KM; so ist ihgM das eingeschriebene Quadrat.

Die 3. Aufgabe.

11. Einen Circul ins Perspectiv zu bringen.

Auflösung.

1. Beschreibet auf der Fundamentallinie einen halben Circul AGB, und lasset nach Gefallen aus wirklich angenommenen Puncten der Peripherie C, F, G, H, I u. s. w. Perpendicularlinien C 1, F 2, G 3, H 4, I 5, u. s. w. darauf fallen. Tab. II. Fig. 5.
2. Aus den Puncten A, 1, 2, 3, 4, 5, B ziehet gerade Linien in den Augenpunct V, imgleichen aus B die Linie LB in den Weitenpunct L, und aus A die Linie AK in den Weitepunct K.
3. Ziehet durch die Puncte, wo sie die Linien V 1, V 2, V 3, u. s. w. durchschneiden, gerade Linien: so geben sich die Puncte i, h, g, f, u.s.w. durch welche die krumme Linie gezogen wird, welche den Circul in dem Perspective vorstellet.

Anmerkung.

12. Auf eben diese Art kann man eine jede andere krumme Linie in das Perspectiv bringen.

Die 4. Aufgabe.

13. Einen Körper nach der Perspectiv zu zeichnen.

Auflösung.

1. Bringet die Grundfläche des Körpers b a c d in das Perspectiv (§. 8.). Tab. I. Fig. 6.

2. Richtet auf der Fundamentallinie DE in einem beliebigen Puncte H die Höhe des Körpers HI perpendicular auf, und ziehet in einem beliebigen Puncte V in der Horizontallinie HR aus H und I die geraden Linien VI und VH.
3. In den Winkeln b, a und c richtet die Perpendicularlinien b g, ah und c e auf.
4. Ziehet aus den Winkeln der Grundfläche die Linien b 1, d 2 mit der Fundamentallinie DE parallel.
5. Richtet in 1, 2 die Perpendicularlinien 1L, 2 M darauf auf.
6. Machet endlich af = HI, bc = eg = 1L und dh = 2M: so könnet ihr die obere Fläche ghef ziehen.

Anmerkung.

14. Den Beweis findet man in meinen Elem. Perspect. §. 55. Es wird aber dienlich seyn, wenn ich diese allgemeine Regel durch einige besondere Fälle erläutere.

Die 5. Aufgabe.

Tab. II. Fig. 7. 15. **Eine abgekürzte Pyramide ins Perspectiv zu bringen.**

Auflösung.

1. Wenn man von allen Winkeln der obern Grundfläche auf die untern Perpendicularlinien zöge; so würde man in unserm Falle ein Fünfeck innerhalb der untern Grundfläche erhalten, dessen Seiten ihren Seiten parallel sind. Derowegen bringet dieses doppelte Fünfeck lmnop und abcde ins Perspectiv (§.8.).
2. Richtet in H die Höhe der abgekürzten Pyramide HI auf, und ziehet aus dem Puncte V die Linien HV, und VI, und determiniret (§.13.),

wie

wie die Figur ausweiset, die Höhen, welche man auf die innern Winkel abcde aufrichten muß.

3. Die obern Puncte fghik ziehet mit geraden Linien zusammen, und

4. Endlich ziehet die Linien lk, fm, gn; so ist geschehen, was man verlangte.

Zusatz.

16. Wenn man zween Circul, welche aus einem Mittelpuncte beschrieben worden sind, ins Perspectiv bringet (§. 11.); so wird durch gegenwärtige Aufgabe der abgekürzte Kegel ins Perspectiv gebracht.

Die 6. Aufgabe.

17. **Wände und Pfeiler ins Perspectiv zu bringen.**

Auflösung.

1. Bringet den Boden AFH ins Perspectiv zugleich mit den Grundflächen der Säulen und Pfeilern, wenn einige vorhanden sind (§. 8. 11.). Tab. III. Fig. 8.

2, Auf die Fundamentallinie A 3 traget die Dicke der Mauer AB und 3. 1.

3. In A und B, imgleichen in 3 und 1 richtet Perpendicularlinien AD und BC, imgleichen 3. 6. und 1. 7 auf (§. 95. 119. *Geom.*).

4. Aus D und 6 ziehet Linien VD und V 6 gegen den Augenpunct V.

5. Auf FH richtet FE und HG Perpendicular auf; so habt ihr die Wände ADEF, FEGH und HG 6. 3 nebst der Decke DEG 6.

6. Wenn Pfeiler oder Säulen auf den Boden AFH 3 zu stehen kommen; so müsset ihr aus ihren

perspectivischen Grundflächen Perpendicularlinien aufrichten, auf AD die wahre Höhe tragen, und aus ihrem obersten Puncte D die Linie DV ziehen; so geben sich, wie in der vorhergehenden Aufgabe, die perspectivischen Höhen.

Anmerkung.

18. Der geometrische Grund mit dem Grunde der Pfeiler und Säulen wird nach den Regeln der Baukunst (§. 155. 460. *Archit.*) gezeichnet.

Die 7. Aufgabe.

Tab. III. Fig. 8. 19. Eine Thür ins Perspectiv zu bringen.

Auflösung.

I. Wenn eine Thür in die Wand ADEF zu zeichnen ist; so

1. Traget aus A in N ihre Weite von der Ecke, aus N in I, und aus L in M die Breite der Pfosten, aus I in L die Breite der Thür.
2. In den Punct der Entfernung des Auges K ziehet die Linien NK, IK, LK, MK; so bekommet ihr im Perspective die Breite der Thür il, und der Pfosten in und lm.
3. Aus A in O traget die Höhe der Thür AO, und aus O in P die Höhe des Pfosten oder die Breite der Oberschwelle.
4. Ziehet in den Augepunct V die Linien PV und OV.
5. Richtet in n, i, l und m Perpendicularlinien, auf welche an PV und OV anstossen: so giebt sich die Thür.
6. Die Dicke der Mauer bey I wird durch die Dicke der Mauer AB gefunden, wenn ihr aus B in den Augenpunct V eine gerade Linie ziehet.

II. Wenn

II. Wenn man eine Thür an der Wand FEGH zeichnen soll; so

1. Traget aus A in R ihre Weite von der Wand zur Seite, und aus R in T ihre Breite.
2. Aus R und T ziehet in den Augenpunct V die Linien RV und TV; so habt ihr ihre Breite im Perspective t r.
3. In r und t richtet Perpendicularlinien auf FH auf.
4. Aus A in O, traget, wie vorhin, die wahre Höhe der Thür AO.
5. Ziehet aus O in V die Linie OV; so ist Fz die perspectivische Höhe.
6. Machet rr und tt=Fz; so giebt sich die Thür rr und tt.

Die 8. Aufgabe.

20. Fenster ins Perspectiv zu bringen. Tab III. Fig. 8.

Auflösung.

1. Traget aus 1 in 2 die Dicke der Mauer vor dem Fenster, aus 3 in 4 seine Weite von der Ecke, und aus 4 in 5 seine Breite.
2. Aus 4 und 5 ziehet in den Punct der Weite des Auges L die Linien L 5 und L 4: so bekommt ihr die Breite im Perspective 9. 10.
3. Aus 9 und 10 richtet auf dem Boden die perpendicularlinien auf, das ist, ziehet Linien mit 3. 6 parallel.
4. Aus 3 in 11 traget die Weite des Fensters von dem Boden 3. 11., und aus 11 in 12 seine Höhe 11. 12.
5. Endlich ziehet in den Augenpunct V aus 11 und 12 gerade Linien: so giebt sich das Fenster 15. 13. 14. 16.

6. Die Dicke der Mauer vor dem Fenster könnet ihr wie in der vorigen Aufgabe finden.

Die 9. Aufgabe.

Tab. II. Fig. 9. 21. **Eine aufgemachte Thür ins Perspectiv zu bringen.**

Auflösung.

Weil die Thüren, wenn sie aufgemacht werden, einen halben Circul beschreiben; so

1. Beschreibet zuerst die Thür im Lichten (§. 19.).
2. Darnach bringet einen halben Circul ecd ins Perspectiv, dessen Mittelpunct in a ist, der halbe Diameter aber die Breite der Thür ac (§. 11.).
3. Merket darinnen den Punct c, wo die Thür stehet, und ziehet die Linie fc gegen die Fundamentallinie perpendicular.
4. Durch c und a ziehet die Linie ca, welche die Horizontallinie VO in O durchschneidet.
5. Endlich aus O durch b ziehet die Linie bf; so ist die offen stehende Thür bfca gezeichnet.

Anmerkung.

22. Auf eben solche Art werden die offenen Fenster gezeichnet. Auch ist nicht nöthig, daß der ganze halbe Circul ins Perspectiv gebracht wird; sondern man darf nur den Punct c durch die allgemeine Regel, wie es die Aufgabe (§. 8.) an die Hand giebt, determiniren.

Die 10. Aufgabe.

Tab. II. Fig. 11. 23. **Den Schatten eines Körpers im Perspective zu zeichnen, wenn das Licht mit Strahlen, welche aus einander fahren, sich ausbreitet, wie bey einer Lampe, einer Fackel, einem Wachslichte u. s. w. geschiehet.**

Auflö-

Auflösung.

1. Suchet den Punct M im perspectivischen Risse, wo die Linie hinfällt, welche aus dem Mittelpuncte des Lichts L auf den Boden, wo der Körper stehet, perpendicular gezogen wird (§. 8.).
2. Von allen obern Ecken des Körpers lasset gleichfalls Perpendicularlinien auf den Boden fallen, welches in unserm Falle nicht nöthig ist, weil die Linien AD, BE, CF die verlangten Linien sind.
3. Durch das unterste Ende dieser Perpendicularlinien F, E, D ziehet aus M gerade Linien MG, MH, durch die obern aber A, C, B, aus L andere LG, LH, welche die vorigen in G und H durchschneiden, und den Schatten DEHG enden.

Die 11. Aufgabe.

24. **Den Schatten eines Körpers zu zeichnen, welcher an eine Wand RQ, oder einen andern Körper fällt.** Tab. I. Fig. 12.

Auflösung.

1. Suchet erstlich den Schatten BCM, wie in der vorhergehenden Aufgabe (§. 23.):
2. In dem Puncte T, wo die Linie NM, welche durch N und den Punct, worauf die Perpendicularlinie aus der Spitze des Körpers fällt, die Wand RQ durchschneidet, richtet die Linie TQ auf den Boden, auf welchem der Körper ACB stehet, perpendicular auf; so habt ihr die Höhe des an die Wand geworfenen Schattens. Die Breite giebt sich unten von selbsten.

Die 12. Aufgabe.

Tab. II. Fig. 13. 25. Aus der gegebenen Höhe der Sonne den Schatten eines Körpers im Perspective zu finden, wenn die Strahlen auf dem Boden, worauf der Körper stehet, parallel sind.

Auflösung.

1. Durch alle untere Ecken des Körpers E, H, G, F ziehet Linien HL, EGK, FI mit der Fundamentallinie parallel.
2. Durch die obern Ecken A, B, D ziehet gerade Linien BL, AK, DI, welche mit den Perpendicularlinien BH, AG, DF einen Winkel machen, welcher der Weite der Sonne von der Scheitel gleich ist, und die vorigen Linien in L, K und I durchschneiden; so giebt sich der Schatten FIKL.

Die 13. Aufgabe.

Tab. III. Fig. 14. 26. Aus der gegebenen Weite der Sonne hinter der Tafel von der Verticalfläche und ihrer Höhe über dem Boden, worauf der Körper stehet, den Schatten desselben zu finden.

Auflösung.

1. In dem Augenpuncte V richtet die Linie VA auf die Horizontallinie HR perpendicular auf, und machet sie der Weite des Auges VL gleich.
2. Machet in A einen Winkel VAB, welcher der Weite der Sonne von der Verticalfläche gleich ist.
3. In B richtet die Linie BD perpendicular auf: machet BC=BA, und den Winkel DCB der gegebenen Sonne gleich.

4. Wenn

4. Wenn ihr nun den Schatten von IH finden wollet, so ziehet durch I aus B die Linie BK, und durch H aus D die Linie DK; so ist IK der verlangte Schatten.

Anmerkung.

27. Die Verticalfläche nennet man diejenige, welche auf dem Boden, oder dem Grunde im Perspective perpendicular stehet.

Die 14. Aufgabe.

28. **Aus der gegebenen Weite der Sonne vor der Tafel von der Verticalfläche und ihrer Höhe über dem Boden, worauf der Körper stehet, den Schatten desselben zu finden.** Tab. III. Fig. 15.

Auflösung.

1. Richtet in dem Augenpuncte V auf die Horizontallinie HR die Linie VA perpendicular auf, und machet sie der Weite des Auges gleich.
2. Machet in A einen Winkel VAB, welcher der Weite der Sonne von der Verticalfläche gleich ist.
3. In B richtet die Perpendicularlinie BD auf, machet BC=BA, und den Winkel BCD der gegebenen Sonnenhöhe gleich; so könnet ihr, wie in der vorigen Aufgabe, durch Hülfe der Puncte B und D, den Schatten des Körpers finden.

Die 15. Aufgabe.

29. **Den Schatten eines Körpers zu zeichnen, welchen er wegen des durch ein Fenster einfallenden Lichts wirft.** Tab. III. Fig. 10.

Auflösung.

1. Aus dem Mittel des Fensters E lasset die Linie EF perpendicular herunter auf den Boden fallen, imgleichen aus den Ecken A und B die Linien AC und BG.
2. Verlängert EF bis in D, damit ihr die Höhe des Fensters ED bekommet; so sind C, F und G die Puncte, woraus die Linien des Schattens durch die untern Puncte der Perpendicularlinien gezogen werden: hingegen E und D die Puncte, woraus die Linien durch die obern Ecken beschrieben werden.

Tab. II. Fig. 11. Nämlich die drey Puncte C, F und G sind hier so viel, wie oben (§. 23.) der Punct M, und die beyden E und D, wie daselbst der Mittelpunct des Lichts L.

Anmerkung.

30. Von allem, was bisher gelehrt worden ist, findet man gründlichen Beweis in meinen Elementis Perspectivæ.

Die 16. Aufgabe.

31. **Eine jede Sache genau abzuzeichnen.**

Auflösung.

Tab. II. Fig. 16.

1. Machet aus vier Leisten einen viereckichten Rahmen DE, und theilet den Raum darzwischen durch Faden in lauter gleiche kleine Quadrate ein.
2. Befestiget den Rahmen mit dem Netze rechtwinklicht an einer Tafel G, und innerhalb einem Loche F die Scheibe H, in welcher mitten ein kleines Löchlein ist.

3. Thei-

3. Theilet das Papier, auf welchem die Sache abgezeichnet werden soll, in eben so viel und große Quadrate, als das Netz eingetheilet worden ist.
4. Stellet das Netz vor die Sache, welche ihr abzeichnen sollet, und sehet darnach durch das Löchlein H.
5. Zeichnet jedes in sein Quadrat auf dem Papiere, wo ihr es in dem Netze DE erblicket.

Wer nun im Zeichnen geübt ist, wird solchergestalt die Sache sehr wohl treffen.

ENDE der Perspectiv.

Register.

A.

Pag.
Abgekürzte Pyramide, wie sie perspectivisch zu zeichnen . . . . . . 114 seq.
Astronomisches Fernglas 85
Auge woraus es bestehet 11
Veränderungen, welche bey dem Sehen vorgehen . . . . . . 12 seqq.
Beschaffenheit wenn es in die Ferne und Nähe siehet 15
Aufgemachte Thür ins Perspectiv zu bringen . 118
Augenglas Erklärung 81
Verhältniß zum Objectivglase . 83 seq. 87
Augenpunct 111

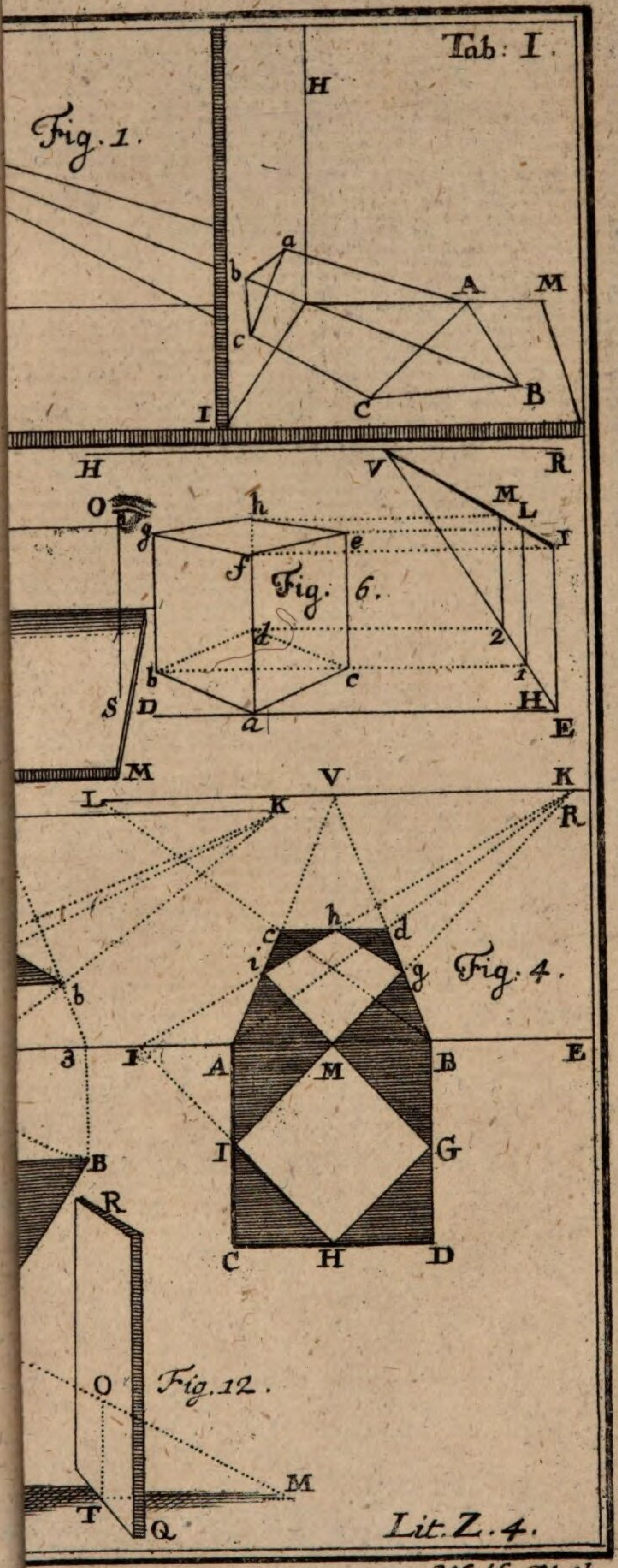
B

Bedeckung Erklärung 95
zu einem Fernglase zu finden . . 96
Bewegung, wie sie gesehen wird . . . 29 seqq.
Bey einander, wenn die Bilder zwoer Sachen gesehen werden 34
Bild im Auge wie es beschaffen . . . 12 seqq.
Brennglas 73
Brennpunct 73
Brennspiegel Erklärung 42
Eigenschaften . . . . . 57 seqq.
wie er zu machen 54
gläserner, wie er zu überlegen . . 56
Form dazu, wie sie zu machen . 53 seq.

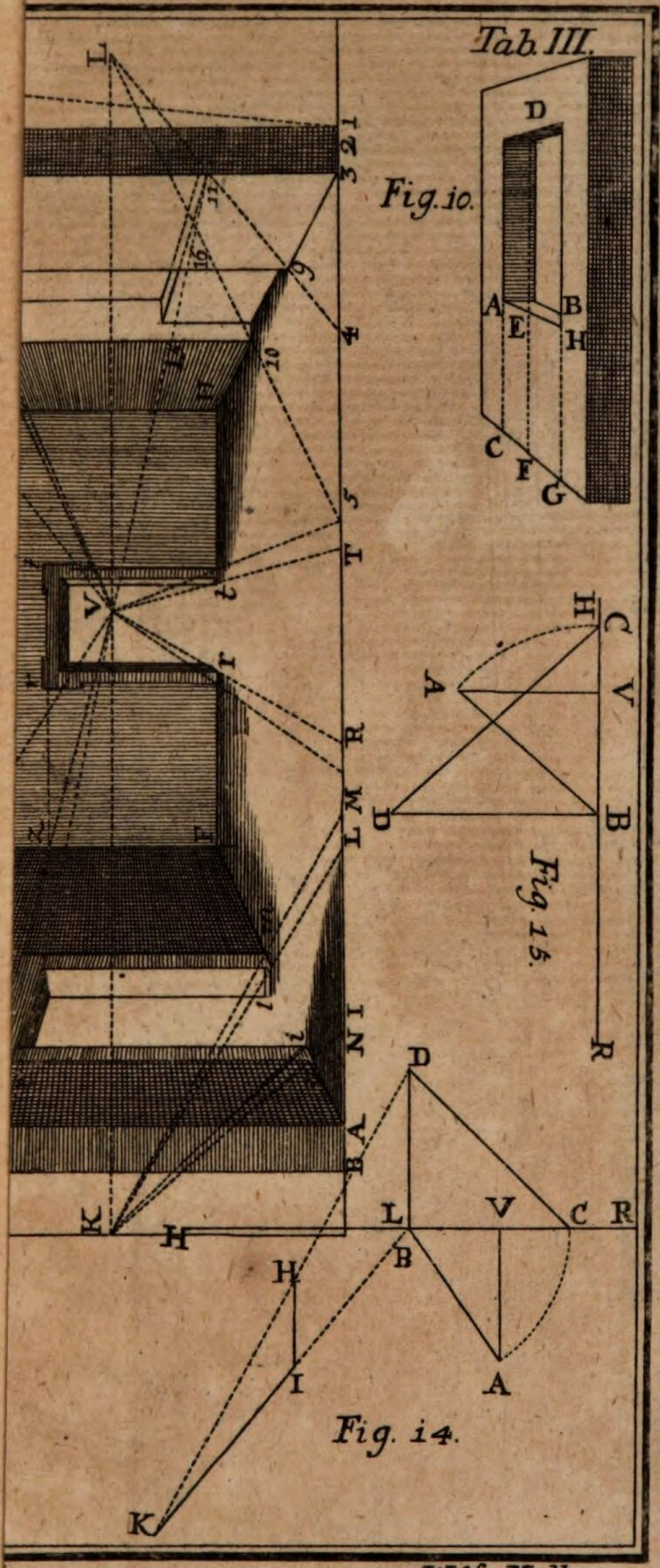
C.

Camera obscura 16
Circul ins Perspectiv zu bringen 113

Co=



Wolfs Math.


Tab. III.
Fig. 10.
Fig. 15.
Fig. 14.

Pag.
Conischer Spiegel Erklärung 42
wie er zu machen 49
Eigenschaften . . . . 52 seq.
Cornea Hornhaut 11
Crystallene Feuchtigkeit vid. humor crystallinus . —
Cylindrische Spiegel Erklärung . . . 42
wie sie zu machen 49
Eigenschaften . . . . 51 seq.

D.

Deutlich, wenn die Sachen gesehen werden . . 14
Dioptrik 65
Distanzpunct 111
Doppelt, wenn etwas gesehen wird . . . 40
Dunkel warum ein Körper aussieht . . . 31

E.

Einfallswinkel 9
Erhabener Spiegel vid. sphärischer Spiegel . . —
Erhabenes Glas lens convexa Erklärung . . 67
Eigenschaften . . . 69, 71, 74, 78
Erleuchtung der Kugel . . . . 19 seq.
wie das Licht darin gebrochen wird . 70
Eröfnung 95

F.

Farben wie sie entstehen . . . . . 26 seqq.
Farbigte Haut uvea 11
Fenster ins Perspectiv zu bringen 117
Fernglas Tubus Erklärung 80
Erfinder 80
Röhre dazu . . . 81 seq. 89
Gestelle 89
verschiedene Arten derselben . . 81 seqq.
wie viel es vergrößert 93
warum die großen mehr vergrößern . 94
Fernglas in der Astronomie 85
auf der Erde . . . . . 90 seqq.
Finsterniß 7
Fläche der Körper perspectivisch zu zeichnen . . 111
Fundamentallinie in der Perspectiv . . . 111

Pag.

G.

Galliläanisches Fernglas zu machen . . . 81
Gebrochener Winkel vid. refringirter Winkel . —
Geschliffene Gläser ihre Eigenschaften . 67 seqq.
Gesundes Auge wie es beschaffen . . . 15
Gläserne Feuchtigkeit vid. humor vitreus . . —
Glas, wie man es schleift . . . . 107 seqq.
welches gut zu schleifen . . 104 seq.
wie es zu poliren . . . . 43 seq.
zur Politurgeschickt zu machen . . 108 seq.
Glas mit Wasser macht helle 102
Größe, wie sie gesehen wird . . 13, 32 seq.
Grundlinie vid. Fundamentallinie der Perspectiv . —

H.

Harte Haut sclerotica 11
Höhen wie sie zu meßen . . . 23 seq. 33
Hohles Glas lens concava Erklärung . . . 67
Eigenschaften . . . . 76 seqq.
Hohlspiegel vid. Brennspiegel . . . . —
Holländisches Fernglas zu machen . . . 81
Horizontallinie 111
Hornhaut vid. Cornea . . . . . —
Humor aqueus wässerichte Feuchtigkeit . . . 12
crystalinus crystallene Feuchtigkeit . . 12
Eigenschaften . . . . 13 seq.
vitreus gläserne Feuchtigkeit . . . 12

J.

Inclinationswinkel 10

K.

Katoptrik 42
Körper perspectivisch zu zeichnen . . . 113 seqq.
Kugel Erleuchtung vid. Erleuchtung der Kugel . —

L.

Lehrbogen . . . . 106 seq.
Lens concava vid. hohles Glas . . . . —
convexa vid. erhabenes Glas . . —
Licht Erklärung 7

Pag.
Eigenschaften 7 seqq. 17 seqq. 26 seq. 34 seq.
warum es von Weiten so groß aussieht 34 seq.
wie es geschwächt 77
verstärkt . . . . . 59 seq.
gebrochen wird 65
Luft, ob sie das Licht schwächet . . . 19

M.

Machinen zum poliren 44
Malerkunst ihr Grund 31
Metallene Spiegel zu gießen 54

N.

Neigungswinkel vid. Inclinationswinkel . —
Nephritisch Holz lignum nephriticum . . . 29
Netzförmiges Häutlein Retina 11

O.

Objectivglas 81
Verhältniß zum Augenglase 83 seqq. 99. 103
Ochsenauge 12
Optik Erklärung 7
Nutzen 7
Ort des Bildes in dem Spiegel . 56 seq. 61 seq.
Ort, wo jede Sache gesehen wird . . 45 seq.

P.

Perspectiv 110
Perspectivisch jede Sache abzeichnen . . 122 seq.
Pfeiler, wie sie in das Perspectiv zu bringen 115 seq.
Platter Spiegel Erklärung 42
wie er zu machen 44
Polyhedrische Gläser 103
Polyoptrische Gläser 103
Proportion Eigenschaften . . . . . 61 seqq.
Pupilla, Stern im Auge 11
Beschaffenheit . . . . . 16 seq.

Q.

Quadrat ins Perspectiv zu bringen . . 112 seq.

Pag.

R.

Reflexion Zurückprallen der Strahlen Erklärung . 9
Gesetze . . . . . . 47 seq.
Reflexionswinkel 9
Refraction oder Strahlenbrechung Erklärung . 10
Gesetze . . . 47 seqq. 74 seqq.
wie ihre Größe zu untersuchen . 65 seq.
Refractionswinkel Angulus Refractionis . 10
Refringirter Winkel Angulus refractus . . 10
Retina vid. netzförmiges Häutlein . . . —
Röhren zu Ferngläsern . . . . . . 81 = 89

S.

Schatten Erklärung 7
Eigenschaften . . . . 7. 21 seq.
wie seine Länge zu finden . . 22 seq.
wie dadurch die Höhen zu meßen . . 23
seine Figur . . . . . 24 seq.
wie er perspectivisch zu zeichnen . 118 seqq.
Scheinbare Größe 33
wie sie zu finden 33
Schüßeln zu dem Glasschleifen 105
Schwarze Haut 11
Sclerotica vid. Harte Haut . . . . —
Siegelwachs, wie es zu machen . . . 108
Sonnenhöhe zu finden 22
Sphärischer Spiegel Erklärung 42
Eigenschaften 49
wie er zu machen . . . . 48 seq.
Spiegelgemächer 47
Spiegel Erklärung 42
Eigenschaften 42
Stern im Auge vid. Pupilla . . . . . —
Stählerne Spiegel zu poliren . . . 55 seq.
Strahlenbrechung vid. Refraction . . . —

T.

Thür ins Perspectiv zu bringen . . . 116 seq.
Triangel ins Perspectiv zu bringen . . 111 seq.
Tubus vid. Fernglas . . . . —

Pag.

V.

Vergrößerungsgläser 79, 98
wie viel sie vergrößern 97
aus zwey, drey und vier Gläsern zu machen 98 seq.
Verkleinerungsgläser . . . . 79 seq.
Verticalfläche 121
Vieleckichtes Glas wie vielmal darin die Sache erscheine 103
Unsichtbar, warum einige Sachen werden . 13 seq.
Uvea vid. farbigte Haut . . . . . —

W.

Wände ins Perspectiv zu bringen . . 115 seq.
Wässerige Feuchtigkeit vid. humor aqueus . . —

Z.

Zauberlaterne, wie sie zu machen . . . 100
Zeichnen, wie es genau geschehen kann . 102 seq.
Zerstreuungspunct in Hohlgläsern . . . 77
Zurückprallen der Strahlen vid. Reflection . —

Ende des Registers.

Bericht an den Buchbinder.

Die Kupfer müßen dergestalt gebunden wer den, daß man sie ganz herausschlagen kann, un zwar entweder zu Ende jeder Disciplin also, da

Tab. Optic.	nach	pag.	40
Catoptr.	-	-	64
Tab. I. & II. Dioptr.	-	-	108
Tab. I. II. & III. Perspect.	-	-	123

zu stehen kommen.

oder man kann sie alle in voriger Ordnung hi ten nach pag. 123 heften.

Bayerische Staatsbibliothek MÜNCHEN

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Wolff, Christian von, 1679-1754

Der Anfangsgründe aller Mathematischen Wissenschaften ... Theil

Bd.: 4

Wien 1763

Math.u. 216-3/4
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10594404-8
VD18 12564362-001